Prüfer:	Prof. Dr. D. Roller
Betreuer:	Dipl.-Inform. M. Bihler
Beginn am:	01.05.1996
Beendet am:	31.10.1996
CR-Nummer:	I.6.7

Studienarbeit-Nr. 1565

Modellierung und Simulation von Geschäftsprozessen

Frank Böhmerle

1 Einführung

Diese Studienarbeit befaßt sich mit der computergestützten Modellierung und Simulation von Geschäftsprozessen, dem sog. Geschäftsprozeßmanagement. Das Geschäftsprozeßmanagement hat das Design effizienter und kundenorientierter Prozesse zum Ziel. Das Business Reengineering, das einen Teil des Geschäftsprozeßmanagement darstellt, versucht Abläufe und Strukturen in Organisation und Produktion eines Unternehmens zu optimieren, um Durchlaufzeiten und Kosten zu senken und um Qualität und Service zu steigern. Das Business Reengineering hat aufgrund der im folgenden aufgezeigten Entwicklung eine ständig größer werdende Bedeutung für den Erfolg eines Unternehmens.

Durch die Globalisierung der Märkte, die wachsende Konkurrenz und die immer kürzer werdenden Entwicklungszeiten gewinnen die Organisation und die Kultur eines Unternehmens immer mehr an Bedeutung. Stand bis zu den 80iger Jahren noch die effiziente Produktion im Vordergrund, so ist es heute die Erfüllung immer individuellerer Kundenwünsche zu immer günstigeren Preisen und bei gestiegenen Qualitätsansprüchen. Diesen veränderten Anforderungen ist aus technologischer Sicht Rechnung getragen worden, jedoch nicht aus organisatorischer Sicht. Daraus folgt, daß die von den Kunden gewünschten Produkte zwar mit der geforderten Qualität produziert werden können, aber nicht mit dem geforderten Preis. Um die Kosten bei gleichbleibender Qualität zu senken, genügt es also nicht, allein die technischen Abläufe in der Produktion zu betrachten, sondern das gesamte Unternehmen muß betrachtet werden. Diesem Anspruch wird versucht, durch aktuelle Konzepte gerecht zu werden.

Folgende Konzepte spielen hierbei eine Rolle: [Nip96]

- der **Wertkettenansatz** von Porter, der das derzeitige Prozeßverständnis maßgeblich mitgeprägt hat,
- das **Total-Quality-Management** und das **Lean-Management**, die ein Denken in Prozessen fordern,
- das **Prozeßmanagement** von Striening, das aufzeigt, wie der Verwaltungsbereich mit Hilfe der Prozeßbetrachtung analysiert und gestaltet werden kann,
- die **Logistik**, die sich in zunehmendem Maße als Wissenschaft zur Analyse und Gestaltung von Prozeßnetzen versteht,
- die **Prozeßkostenrechnung**, die Prozesse als Kostenverursacher entdeckt hat,
- das **Benchmarking**, das den systematischen Vergleich der eigenen Unternehmensprozesse mit den entsprechenden Vorgängen jener Unternehmen verordnet, die ihre Prozesse am besten beherrschen,
- und, ganz aktuell, das **Prozeß-Reengineering**, das eine radikale und vorbehaltlose Neugestaltung von Unternehmensprozessen verlangt.

Diese Konzepte lassen sich unter dem Oberbegriff „Geschäftsprozeßmanagement“ zusammenfassen und bilden zum Teil einen integralen Bestandteil der prozeßorien-

tierten Betrachtungsweise wie die Prozeßkostenrechnung oder das Prozeß-Reengineering. Andere Konzepte wie Lean-Management oder Benchmarking bilden einen parallelen Ansatz zum Geschäftsprozeßmanagement, um die oben beschriebenen Probleme zu lösen. Die vom Geschäftsprozeßmanagement betrachteten Prozesse sind dabei nicht auf die Abläufe in der Produktion beschränkt, die schon früher Gegenstand des betriebswirtschaftlichen Interesses waren, sondern es wird sowohl jeder Teilbereich eines Unternehmens als auch das Gesamtunternehmen selbst betrachtet.

Diese Studienarbeit beschäftigt sich mit dem Problem, wie Prozesse eines Unternehmens erfaßt, analysiert, in Process Charter, ein System zur Modellierung und Simulation von Prozessen, abgebildet und simuliert werden können. Ziel dieses Vorgehens ist die Identifikation von Schwachstellen innerhalb der Prozesse und die Entwicklung von Maßnahmen, um diese Schwachstellen zu beseitigen. Da Process Charter nicht das einzige auf dem Markt verfügbare Instrument zur Prozeßanalyse darstellt, ist außerdem die Beurteilung von Process Charter anhand zu entwickelnden Kriterien Inhalt der Studienarbeit. Die Studienarbeit läßt sich somit in zwei Teile gliedern:

- Prozeßmodellierung und -simulation
- Vergleichende Bewertung von Software.

Zu Beginn des ersten Teils soll zunächst ein gemeinsames Verständnis für die Prozeßmodellierung und -simulation geschaffen werden. Dies umfaßt sowohl die Theorie von Prozessen als auch das allgemeine Vorgehen zur Aufnahme von Prozessen. Anschließend wird das verwendete Softwaresystem „Process Charter“ vorgestellt. Dann erfolgt die Beschreibung der konkreten Aufnahme, der Modellierung und der Simulation von Prozessen in einem Autohaus.

Der zweite Teil der Studienarbeit setzt sich mit der Beurteilung von Software hinsichtlich Qualität und Leistung auseinander. Dafür wird ein Kriterienkatalog erstellt, mit dessen Hilfe Software analysiert werden kann. Aufbauend auf diese Analyse lassen sich dann auch verschiedene Softwaresysteme bezüglich der Kriterien des Katalogs miteinander vergleichen. Exemplarisch wird eine solche Beurteilung mit Process Charter durchgeführt.

2 Prozeßmodellierung und -simulation

Trotz der weiten Verbreitung und hohen Aktualität der prozeßorientierten Betrachtungsweise ist der Prozeßbegriff von betriebswirtschaftlicher Seite aus wenig erforscht. Deshalb soll im folgenden der Prozeßbegriff sowohl aus betriebswirtschaftlicher Sicht als auch aus Informatiksicht betrachtet und definiert werden. Desweiteren wird in diesem Kapitel die Aufnahme prozeßrelevanter Daten, deren Abbildung in ein Rechnermodell und die spätere Simulation und Optimierung des daraus entstandenen Prozesses behandelt.

2.1 Theorie und Definitionen

Prozeß ist ein weit verbreiteter und vielseitig verwendeter Begriff. Juristen verstehen unter diesem Wort ein Rechtsverfahren. In den Naturwissenschaften kennt man biologische, chemische und physikalische Prozesse. Die Medizin unterscheidet physische und psychische Prozesse. In diesem Abschnitt wird jedoch der Begriff des Prozesses zunächst aus betriebswirtschaftlicher Sicht und dann aus Informatik-Sicht definiert.

2.1.1 Der betriebswirtschaftliche Prozeßbegriff

Im Bereich der Wirtschaftswissenschaften befassen sich mehrere Fachgebiete mit Prozessen. Für die Volkswirtschaftslehre seien beispielhaft die Kreislauftheorie von Quesnay und die Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung von Schumpeter genannt. In der Betriebswirtschaftslehre stehen u.a. bei der Logistik, der Ablauforganisation und bei der Produktionstheorie Prozesse im Mittelpunkt der Analyse und Gestaltung.

Für die nähere Betrachtung des betriebswirtschaftlichen Prozeßbegriffs soll im folgenden beispielhaft der Realgüterprozeß im Mittelpunkt stehen, da hiermit die folgende Betrachtung am anschaulichsten möglich ist. Die traditionelle Produktionstheorie versteht unter einem Realgüterprozeß eine Tätigkeit, bei der Einsatzgüter in Ausbringungsgüter umgewandelt werden [Küp95][Sch64]. Ihre Konzentration richtet sich auf Einsatzgüter, die (Umwandlungs-)Tätigkeit und Ausbringungsgüter. Sie stellt also den Transformationsaspekt eines Prozesses in den Vordergrund. Die folgende Abbildung stellt einen Prozeß schematisch dar.

Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Prozesses

Die **Tätigkeit** bildet die zentrale Komponente des Transformationsaspekts. Sie wird auch als Verrichtung, Aktivität, Vorgang, Operation oder Transformation bezeichnet. Sie gibt dem Prozeß den Namen, indem sie festlegt, was gemacht wird (z.B. Herstellen von Kraftfahrzeugen). Wie in diesem Beispiel kann ein Prozeß die Aufgabe eines Unternehmens im gesamten beschreiben. Er läßt sich aber auch auf Teilbereiche des Unternehmens beziehen. Beispiele für solche Teilbereiche sind Fahrzeugentwicklung und -konstruktion, Auftragsabwicklung, Teilebeschaffung, Fertigung, usw.. Tätigkeiten

– und damit auch Prozesse – lassen sich in Partialtätigkeiten bzw. Partialprozesse zerlegen. Eine solche Zerlegung in Teilprozesse wird durch folgende Abbildung erläutert.

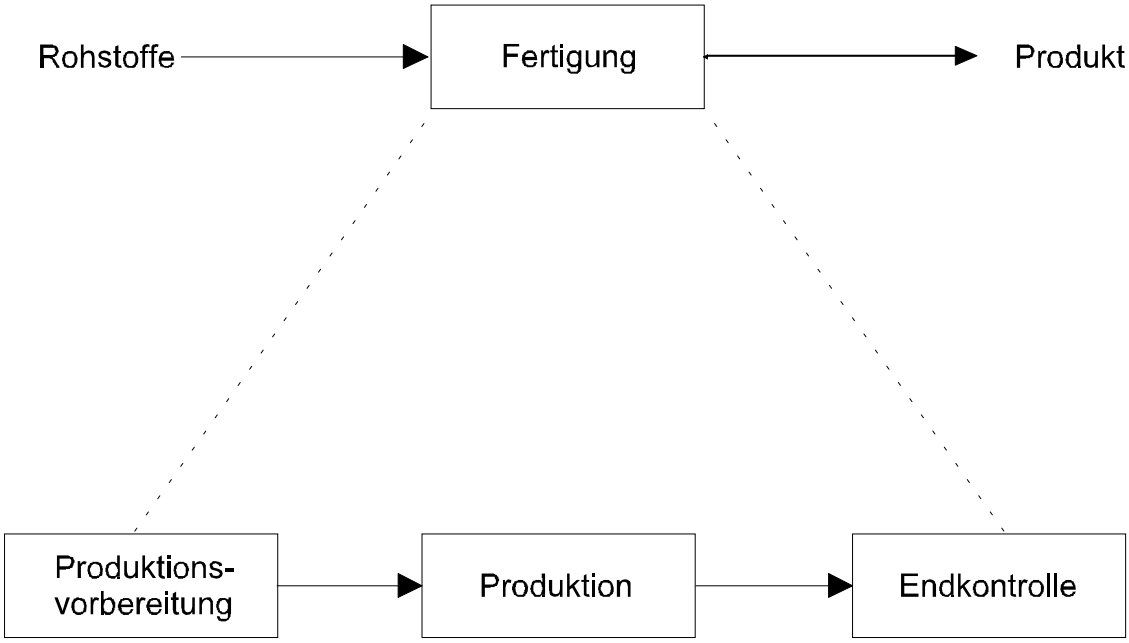


Abbildung 2: Zerlegung einer Tätigkeit in Partialtätigkeiten

In Abbildung 2 wird die Tätigkeit Fertigung in die Partialtätigkeiten Produktionsvorbereitung, Produktion und Endkontrolle zerlegt. Jede dieser Partialtätigkeiten läßt sich wiederum in Partialtätigkeiten zerlegen.

Neben der Tätigkeit stellen die **Transformationsobjekte** die zweite Komponente des Transformationsaspekts dar. In jede Tätigkeit fließen gleichzeitig mehrere Einsatzgüter in Form von Stoffen, Betriebsmittelleistungen und körperlichen oder geistigen Arbeitsleistungen ein (siehe Abbildung 1 und 2). Zu den Stoffen zählen neben den Werkstoffen sowie den Hilfs- und Betriebsstoffen auch Informationen. Betriebsmittelleistungen und körperliche Arbeitsleistungen dienen zur physischen Bearbeitung der Stoffe. Geistige Arbeitsleistungen äußern sich in der Planung, Steuerung, Kontrolle und Organisation der Gütertransformation. Als Ergebnis jeder Transformation entstehen materielle oder immaterielle Ausbringungsgüter. Das zentrale Ausbringungsgut eines Prozesses ist das fertiggestellte Transformationsobjekt. Im Fertigungsprozeß des Fahrzeugherstellers stellt das Kraftfahrzeug den Gegenstand der Transformation dar. In vielen Fällen ist das Transformationsobjekt zugleich wichtigstes Einsatzgut. So geht in den Lackierungsprozeß die blanke Fahrzeugkarosserie ein und verläßt ihn als lackierte Karosserie. Ebenso kann das Transformationsobjekt aber auch im Rahmen des Prozeßablaufs aus einer Vielzahl von Einsatzgütern entstehen. Dies ist beispielsweise im Montageprozeß der Fall. Neben dem Transformationsobjekt fallen weitere Güter, z.B. in Form von Informationen, aber auch als unerwünschter Output, in Form von Abfall, an.

Ausbringungsgüter im allgemeinen sowie Transformationsgüter im besonderen bilden den Input für den nachfolgenden Prozeß. Vereinfacht an einem Beispiel dargestellt, geht die Fahrzeugbestellung des Autokäufers in die Auftragsabwicklung des Fahrzeugherstellers ein. Sie wird in einen Produktionsauftrag transformiert. Dieser löst die Arbeitsvorbereitung aus und bewirkt die Reservierung von Fahrzeugteilen, Maschinen

und Arbeitern. Durch deren Einsatz wird im Fertigungsprozeß das Fahrzeug hergestellt. Über den Vertriebsprozeß wird das Auto an den Kunden ausgeliefert. Die Information über die Auslieferung stößt den Abrechnungsprozeß des Fahrzeugherstellers an und führt zur Erstellung einer Rechnung. Die Rechnungsinformation bewirkt schließlich den Zahlungsprozeß beim Kunden.

Prozesse sind über einen Güterfluß miteinander verbunden, verkettet, bzw. vernetzt. Auf diesen Verkettungsaspekt heben die überwiegende Anzahl der prozeßorientierten Abhandlungen aus Wissenschaft und Praxis ab [Str88][Gai83]. Ein Prozeß wird dabei als Verkettung, d.h. als sachliche, zeitliche und räumliche Abfolge von Tätigkeiten, insbesondere als organisationsbereichsübergreifender Ablauf von Tätigkeiten verstanden. Dieser Sachverhalt wird durch Abbildung 3 veranschaulicht.

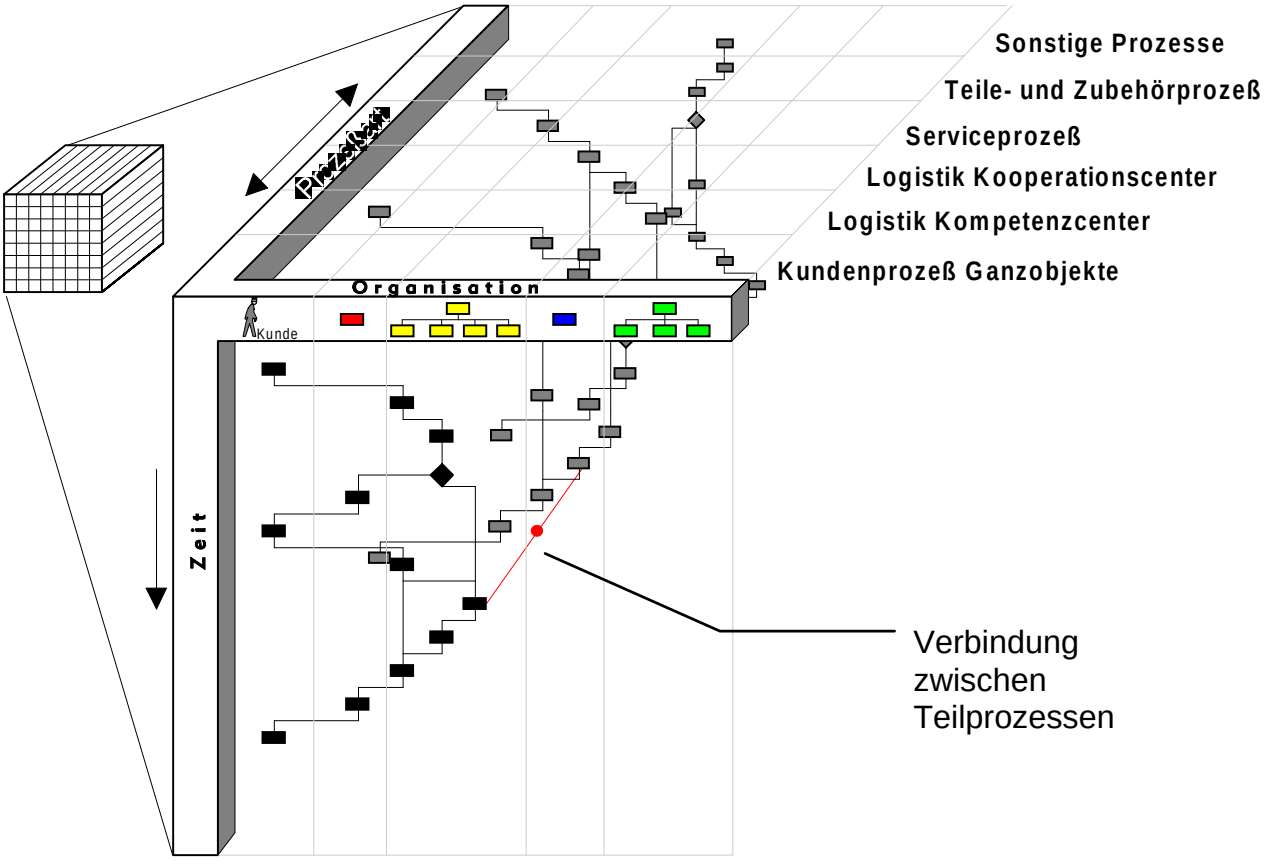


Abbildung 3: Verkettung von Prozessen

Abbildung 3 stellt die Vernetzung zwischen verschiedenen Prozessen, die in Richtung „Prozeßart“ abgetragen sind, in Abhängigkeit der Organisation und der Zeit dar. Der Würfel repräsentiert also den Gesamtprozeß, während Schnitte in Richtung „Prozeßart“ Teilprozesse des Gesamtprozesses sind. Die Verbindungen zwischen solchen Teilprozessen definieren deren Schnittstellen. Ein Teilprozeß durchläuft im Laufe der Zeit die in Richtung „Organisation“ eingetragenen Abteilungen oder Bereiche. Zwischen diesen isolierten Teilprozessen existieren Verbindungen oder Schnittstellen, die von besonderem Interesse sind. Betrachtet man zum Beispiel die erste Ebene (den „Kundenprozeß Ganzobjekte“), so stellt diese den Prozeß dar, an dem ein Kunde beteiligt ist. In einem Autohaus bedeutet dies die Reparaturannahme. Der Kunde kommt, wird empfangen, einem Kundendienstberater zugewiesen und wieder verabschiedet (in Richtung Organisation von links nach rechts). Resultat dieses Pro-

zesses ist ein Auftrag und ein im Autohaus verbliebenes Fahrzeug. Der Auftrag und das Fahrzeug werden über Schnittstellen (rot) in andere Teilprozesse übergeben und dort weiter verarbeitet. Die Summe der Teilprozesse und der Schnittstellen bildet den Gesamtprozeß. Die dreidimensionale Darstellung im Quader ermöglicht es, sowohl die Teilprozesse als auch deren Schnittstellen voneinander getrennt zu betrachten und übersichtlich darzustellen. Sie ist leider noch in keinem Prozeßmodellierungssystem implementiert.

Dieser ganzheitliche, fließsystemorientierte oder auch logistische Prozeßbegriff wird als Gegenstück zur organisationseinheitsbezogenen Funktion aufgefaßt, die eine isolierte Unternehmens- bzw. Abteilungssicht auf die Tätigkeiten darstellt und die Schnittstellen zu den vorausgehenden oder nachfolgenden Aktivitäten in anderen Unternehmen bzw. Abteilungen vernachlässigt. Der Art und Weise der Verkettung von Prozessen wird große Bedeutung für die Effizienz des Unternehmens zugesprochen. Die transformationsbezogene Prozeßdefinition der Produktionstheorie enthält diesen Verkettungsaspekt in impliziter Form, da sich jede Tätigkeit und damit auch jeder Prozeß bei genauerer Betrachtung als Abfolge von Partialtätigkeiten bzw. Partialprozessen darstellen läßt [Gai94].

Will man einen Prozeß mit seinen Partialprozessen und deren Verkettungen nicht nur abbilden, sondern darüber hinaus auch erklären, weshalb er in einer bestimmten Ausprägung auftritt, und Erkenntnisse gewinnen, wie er besser gestaltet werden kann, dann ist die Kenntnis der Ziele erforderlich, die den Prozeß leiten. Eine umfassende Prozeßcharakterisierung erfordert deshalb zusätzlich zur Beschreibung des Transformations- und Verkettungsaspekts eine Berücksichtigung des Zielaspekts.

Zusammenfassend läßt sich ein betriebswirtschaftlicher Prozeß als eine Folge von Tätigkeiten bezeichnen, die eine Menge von Einsatzgütern in eine Menge von Ausbringungsgütern transformieren.

Nach der Betrachtung des betriebswirtschaftlichen Prozeßbegriffs wird im folgenden die Verwendung des Prozeßbegriffs in der Informatik näher dargestellt.

2.1.2 Der Prozeßbegriff in der Informatik

Der Prozeßbegriff wird in der Informatik hauptsächlich im Bereich der Betriebssysteme und im Bereich der theoretischen Informatik verwendet. Dabei liefert die theoretische Informatik die Grundlagen. Zunächst wird nun das Prozeßmodell der Betriebssysteme betrachtet. In diesem Modell werden alle ausführbaren Programme eines Computers, oft auch das Betriebssystem selbst, in eine Zahl von sequentiellen Prozessen, die häufig nur als Prozesse bezeichnet werden, aufgeteilt. Ein Prozeß ist ein sich in Ausführung befindliches Programm, einschließlich des aktuellen Werts des Programmzählers, der Register und der Variablen [Tan94]. Der Unterschied zwischen Prozeß und Programm ist klein, aber dennoch wichtig. Eine Analogie soll helfen den Unterschied klar zu machen. Betrachten wir einen kulinarisch veranlagten Informatiker, der einen Geburtstagskuchen für seinen Sohn backt. Er verfügt über ein entsprechendes Kuchenrezept und die notwendigen Zutaten: Mehl, Eier, Zucker, ... In unserer Analogie entspricht das Rezept dem Programm (d.h. einem Algorithmus in geeigneter Notation), der Informatiker dem Prozessor, und die Zutaten sind die Eingabedaten.

Jeder Prozeß besitzt, konzeptionell gesehen, seinen eigenen virtuellen Prozessor. In der Realität wird der reale Prozessor zwischen den Prozessen hin- und hergeschaltet.

Dieses Umschalten zwischen den Prozessen kann durch das Fortführen der Analogie verdeutlicht werden. Stellen wir uns also vor, daß die Tochter des Informatikers weinend hereingelaufen kommt, weil sie von einer Biene gestochen worden ist. Dann merkt sich der Informatiker die Stelle im Rezept, an der er angelangt ist (der Zustand des Prozesses wird gespeichert), sucht das Erste-Hilfe-Buch und folgt den entsprechenden Anweisungen. Es wird also der Prozessor von einem Prozeß (Kuchenbacken) zu einem Prozeß mit einer höheren Priorität (Erste-Hilfe-Maßnahme) umgeschaltet, wobei jeder Prozeß ein Programm besitzt (Rezept bzw. Erste-Hilfe-Buch). Wenn der Bienenstich behandelt worden ist, setzt der Informatiker das Backen an der Stelle fort, an der er unterbrochen worden ist. Die Schlüsselidee hierbei ist, daß ein Prozeß eine Aktivität beliebiger Art darstellt. Er besitzt ein Programm, Eingaben, Ausgaben und einen Zustand. Ein einzelner Prozessor kann mit einem Scheduling-Algorithmus, der bestimmt wann von einem Prozeß zu einem anderen gewechselt wird, zwischen mehreren Prozessen aufgeteilt werden.

2.1.2.1 Petrinetze

Die Grundlagen für dieses Prozeßmodell werden in der theoretischen Informatik gelegt. Dort beschäftigt man sich in Verbindung mit Prozessen hauptsächlich mit Transitionssystemen und Stellen/Transitions-Netzen (S/T-Netze, Petri-Netze). Transitionssysteme werden hier nicht behandelt, da sie im Vergleich zu den Petri-Netzen nur wenig Verbreitung gefunden haben. Petri-Netze dagegen finden auch in der später vorgestellten Simulation betriebswirtschaftlicher Prozesse Anwendung. Ein Petri-Netz (S/T-Netz) ist wie folgt definiert: [Bau90]

$N = (S, T, F, K, W, M_0)$ heißt S/T-Netz: $\Leftrightarrow$

(i) S ist eine endliche Menge von Stellen

(ii) T ist eine endliche Menge von Transitionen

(iii) $F \subseteq (T \times S) \cup (S \times T)$ Menge der Kanten, Flußrelation

(iv) $K: S \to N \cup \{\infty\}$ Kapazität der Stellen

(v) $W: F \to N$ Gewichtsfunktion

(vi) $M_0: S \to N$ mit $M_0(s) \leq K(s)\ \forall s \in S$ Anfangsbelegung

Abbildung 4: Definition eines S/T-Netzes (Petri-Netz)

Ein S/T-Netz besteht also aus einer Menge von Stellen S, einer Menge von Transitionen T und einer Menge von Kanten zwischen Stellen und Transitionen bzw. zwischen Transitionen und Stellen. Das folgende Beispiel stellt das aus der Informatik bekannte Erzeuger-Verbraucher-Problem als Petri-Netz dar.

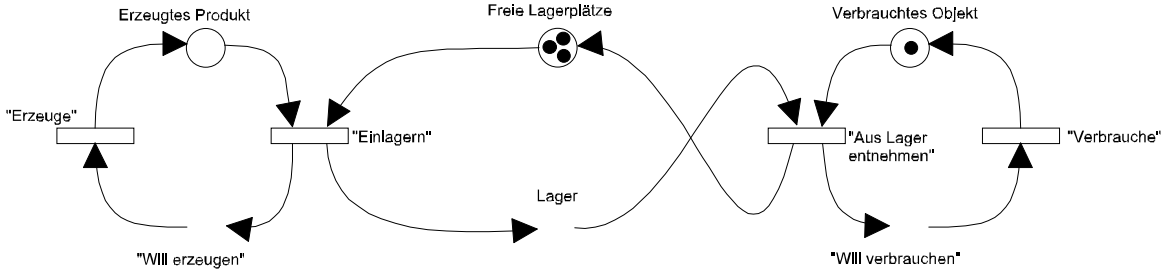


Abbildung 5: Erzeuger-Verbraucher-Problem als S/T-Netz

Stellen sind in diesem Beispiel durch Kreise dargestellt, Transitionen durch Rechtecke und Kanten durch Pfeile. Die kleinen schwarzen Kreise stellen Marken dar, die durch das Netz nach bestimmten Regeln wandern. Eine Transition kann schalten, daß heißt eine Marke weiterreichen, wenn in jeder Stelle vor der Transition (die Stelle muß mit der Transition durch eine Kante verbunden sein) eine Marke vorhanden ist. Durch das Schalten einer Transition wird in jeder Stelle vor der Transition eine Marke abgezogen und in jeder Stelle nach der Transition eine Marke generiert. Würde also in unserem Beispiel die Transition „Erzeuge“ schalten, so entsteht folgender Zustand:

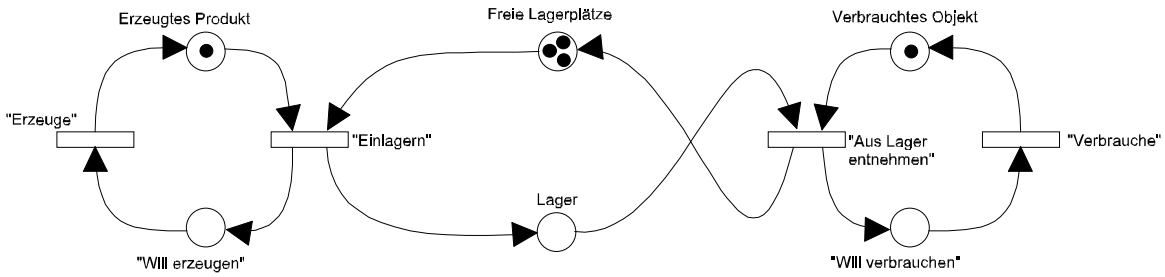


Abbildung 6: S/T-Netz nach Schalten der Transition „Erzeuge“

Man sieht, daß die Marke von „Will erzeugen“ nach „Erzeugtes Produkt“ gewandert ist. Interessant wird es, wenn die Transition „Einlagern“ schaltet, denn dann wird von den Stellen „Erzeugtes Produkt“ und „Freie Lagerplätze“ jeweils eine Marke abgezogen und in den Stellen „Lager“ und „Will erzeugen“ eine Marke generiert. Es entsteht folgende Situation:

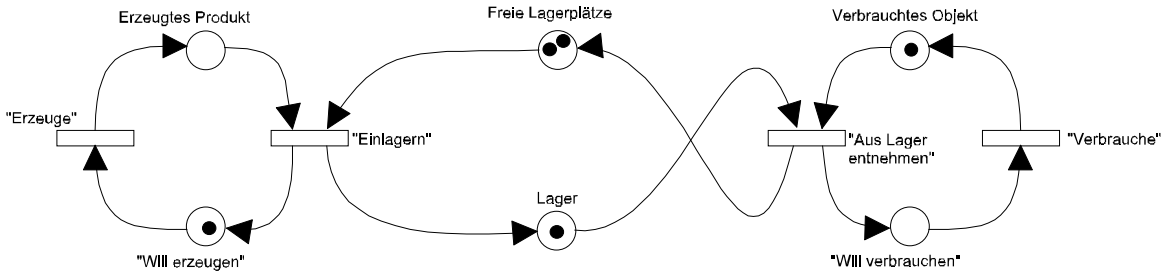


Abbildung 7: S/T-Netz nach Schalten der Transition „Einlagern“

Die Transition „Einlagern“ kann nur dreimal schalten, ohne daß der Verbraucher aktiv wird, da dann das Lager voll ist (keine Marken mehr auf der Stelle „Freie Lagerplätze“ sind). Sobald sich jedoch eine Marke auf der Stelle „Lager“ befindet, so kann die Transition „Aus Lager entnehmen“ schalten. Es ist bei S/T-Netzen zu beachten, daß das Schalten nichtdeterministisch erfolgt, daß heißt es ist nicht festgelegt, wann welche Transition schaltet.

Da die Theorie der S/T-Netze weitestgehend erforscht ist, können eine Vielzahl von Analysen durchgeführt werden. Unter anderem ist das sogenannte Erreichbarkeitsproblem gelöst, daß heißt es gibt einen Algorithmus, der feststellt, ob eine bestimmte Situation innerhalb des Petrinetzes erreicht werden kann. S/T-Netze können in erweiterter Form sehr gut zur Simulation betriebswirtschaftlicher Prozesse herangezogen werden. Um dies zu ermöglichen, muß der in Petrinetzen enthaltene Nichtdeterminismus beseitigt werden. Dies bezieht sich zum einen auf den nicht spezifizierten Zeitaspekt und zum anderen auf die nichtdeterministische Wahl von schaltenden Transitionen. Diese Erweiterungen von herkömmlichen Petrinetzen werden im folgenden eingeführt.

2.1.2.2 Zeitbehaftete Petrinetze

Die Modellbildung auf Basis von Petrinetzen bietet prinzipiell eine Vielzahl von Möglichkeiten, zeitliche Aspekte zu berücksichtigen, da jedem Netzelement (Stellen, Transitionen, Marken, ...) eine zeitliche Dimension zugeordnet werden kann. Einen Überblick über die Zuordnung von Zeit zu Netzelementen wird in [Bau90] und in [Star90] gegeben. Am häufigsten werden Netzmodelle betrachtet, in denen Transitionen mit einer Zeitbeschriftung versehen werden. Dieser Ansatz ist sinnvoll, da mit Transitionen aktive Elemente des modellierten Systems beschrieben werden, denen am ehesten eine Zeit in Form einer Bearbeitungs- oder Wartezeit zugeordnet werden kann. Timed Petri Nets [Ram74] beschriften Transitionen mit einer festen Schaltdauer, mit der die Bearbeitungszeit beschrieben wird, die die Aktion benötigt, die durch die Transition modelliert wird. Erweiterungen dieses Modells erlauben auch eine realitätsnähere stochastische Bestimmung der Schaltdauer.

Im Gegensatz dazu erfolgt die Zeitbewertung der Transitionen bei den Time Petri Nets (vgl. [Pop91]) durch die Angabe eines Schaltintervalls [a,b] (a <= b), wobei durch a und b für jede Transition der früheste bzw. späteste Schaltzeitpunkt nach einer ununterbrochenen Aktivität festgelegt wird. Das Schalten einer Transition erfolgt atomar, d.h. es werden keine Marken zum Schalten reserviert oder während des Schaltens aus dem Netz entfernt. Anschaulich beschreibt dieses Verhalten eine Verzögerung des Schaltens von Transitionen.

Nachdem nun eine zeitbehaftete Erweiterung von Petrinetzen erläutert wurde, werden im folgenden Objektnetze vorgestellt, die das gezielte Schalten von Transitionen ermöglichen.

2.1.2.3 Objektnetze

Objektnetze sind höhere Petrinetze, die als Marken C++-Objekte zulassen. Marken sind somit Instanzen von C++-Klassen, Objekte genannt. Die Klassen werden als Objekttypen bezeichnet [Fle93].

Jede Stelle in einem Objektnetz ist einer der Typen multiset, stack, queue oder priority queue zugeordnet. Dies hat zur Folge, daß Objekte gemäß den Gesetzen des entsprechenden abstrakten Datentyps auf einer Stelle abgelegt und von ihr entfernt werden. Multiset-Stellen können Objekte verschiedener Typen enthalten, während andere Stellen an einen Objekttyp gebunden sind. Weiter besitzt jede Stelle eine möglicherweise unbeschränkte Kapazität. Diese ist im Fall von multiset-Stellen für jeden Objekttyp einzeln definiert.

Kanten haben ebenfalls einen Typ. Neben normalen gibt es inhibitorische, aktivierende und konsumierende Kanten. Diese speziellen Kantentypen sind jedoch nur von Stellen zu Transitionen zugelassen. Inhibitorische Kanten verlangen als Voraussetzung zum Schalten ihrer Zieltransition, daß ihre Quellstelle bestimmte Objekte nicht enthält. Eine aktivierende Kante hat, was die Aktiviertheit ihrer Transition betrifft, die gleiche Bedeutung wie eine normale Kante. Beim Schalten werden jedoch keine Objekte von der Quellstelle entfernt. Konsumierende Kanten ermöglichen einer Transition, eine Stelle zu leeren. Alle Kanten, mit Ausnahme der konsumierenden, haben ein Gewicht. Dieses Gewicht ist eine Multimenge von Variablen, die die Typen und Vielfachheiten der Objekte spezifiziert, die eine Transition in einer Vorstelle entfernt bzw. in einer Nachstelle ablegt. Das Gewicht besteht aus genau einem Element, wenn die

inzidente Stelle keine multiset-Stelle ist. Auf diese Weise wird Nichtdeterminismus beim Schalten einer Transition im Zusammenhang mit strukturierten Stellen vermieden.

Jede Transition ist mit einer Schaltbedingung und einer Schaltaktion beschriftet. Beide sind in C++ formuliert. Die Bedingung ist eine if-Anweisung, die Aktion eine Anweisungsfolge. Alle Variablen sind lokal, eine Übereinstimmung zwischen Variablen in der Beschriftung und in den Kantengewichten wird jedoch beachtet. Die Beschriftung der Transitionen geht in die Schaltbedingung für Objektnetze ein.

In Objektnetzen ist jedoch der oben beschriebene Zeitbegriff nicht realisiert. Die THORNs (Timed Hierarchical Object-Related Nets) stellen eine Erweiterung der Objektnetze um den oben beschriebenen Zeitbegriff und um eine Möglichkeit zur Hierarchisierung dar.

2.1.2.4 THORNs

Der strukturierte Entwurf von Netzen wird wesentlich unterstützt, wenn Möglichkeiten zur Hierarchisierung geboten werden. Im Prinzip könnten alle Netzelemente hierarchisch definiert werden. THORNs enthalten zwei Hierarchiekonzepte, die sich beide auf Transitionen beziehen, nämlich Verfeinerungen und Unternetze [Fle93].

Während Transitionsverfeinerungen in die Netzumgebung einkopiert werden („Makroexpansion“), können Unternetze von Transitionen aufgerufen werden, was die Übergabe von Objekten und gegebenenfalls Rekursion einschließt („Unterprogrammaufruf“). Transitionsverfeinerungen werden symbolisiert durch die Beschriftung von Transitionen mit Objektnetzen. Ein verfeinerndes Netz muß als Randstellen alle Stellen aus dem Vor- und dem Nachbereich der verfeinerten Transition enthalten und zu jeder mit einer verfeinerten Transition verbundenen Kante muß es eine Entsprechung in der Verfeinerung geben. Eine Schaltregel wird für diese Netzklasse nicht definiert. Vielmehr ergibt sich die Semantik verfeinerter Objektnetze durch ihre Übersetzung in Objektnetze. Diese erfolgt durch ein der Hierarchie entsprechendes schrittweises Ersetzen von Transitionen durch Objektnetze. Dabei geschieht das Einfügen einer Verfeinerung in die Umgebung einer verfeinerten Transition durch Verkleben an den Stellen, die beiden gemeinsam sind. Transitionsverfeinerungen unterstützen vor allem die Darstellung großer Netze. Verfeinerte Transitionen führen jedoch keine atomare Schaltereignisse im für Netze üblichen Sinne aus. In diesem Punkt unterscheiden sie sich wesentlich von Transitionen, die ein Unternetz aufrufen.

Jedes Unternetz besitzt ausgezeichnete Eingabe- und Ausgabestellen. Dies sind Stellen mit leerem Vorbereich bzw. leerem Nachbereich. Transitionen im Hauptnetz und in den Unternetzen können mit Unternetzaufrufen beschriftet sein. Ein solcher Aufruf besteht aus dem Namen des Unternetzes und zwei Objektübergabefunktionen I und O. I ordnet jeder Eingabestelle eine Variable aus dem Gewicht der in die aufrufende Transition einlaufenden Kanten zu. O weist jeder Variablen aus dem Gewicht der auslaufenden Kanten eine Ausgabestelle zu. Ein- und Ausgabestellen von Unternetzen spielen die Rolle formaler Parameter. Beim Aufruf eines Unternetzes werden die Objekte, die die aufrufende Transition aus ihrem Vorbereich entfernt, entsprechend der Übergabefunktion I auf die Eingabestellen des Unternetzes verteilt. Bei Beendigung eines Unternetzaufrufs werden die Objekte aus den Ausgabestellen des Unternetzes gemäß der Übergabefunktion O im Nachbereich der aufrufenden Transition abgelegt. Mit dem Konzept der THORNs existiert die theoretische Grundlage, um

einen betriebswirtschaftliche Prozeß mit all seinen Ausprägungen in einem Rechnermodell zu simulieren.

2.2 Zusammenfassung

Auf den ersten Blick scheinen der Prozeßbegriff der Betriebswirtschaft und der Prozeßbegriff der Informatik nicht sehr viel gemeinsam zu haben. Dies liegt vor allem daran, daß sich der Prozeßbegriff der Informatik auf einem sehr viel niedrigeren Aggregationsniveau bewegt, d.h. in der Informatik wird ein Prozeß eher „low level“ definiert, während die Betriebswirtschaft eine „high level“-Betrachtungsweise anwendet. Da jedoch das Grundverständnis ein ähnliches ist, ergänzen sich die beiden Prozeßbegriffe.

Der folgende Abschnitt zeigt nun am Beispiel von Process Charter, wie diese Integration der Prozeßbegriffe in einem Softwaresystem aussehen kann.

3 Vorstellung von Process Charter

In diesem Abschnitt wird Process Charter, das zur Prozeßmodellierung und -simulation verwendete Softwaresystem, zunächst generell vorgestellt. Anschließend wird auf die Funktionsweise, auf das Prozeßmodell und auf den Simulationsteil von Process Charter näher eingegangen.

3.1 Einführung

Process Charter von Scitor ist ein Softwaresystem, das für PCs mit 80386-Prozessor (oder höher) und Windows 3.1 (oder höher) entwickelt wurde [Sci95]. Process Charter bietet die wesentlichen Werkzeuge, um Flußdiagramme in Präsentationsqualität erstellen zu können. Flußdiagramme können relativ flexibel und an individuelle Wünsche angepaßt erstellt werden. Desweiteren kombiniert Process Charter die Möglichkeit, Flußdiagramme zu erstellen, mit der Möglichkeit, diese dann mittels Simulation auch zu analysieren. Diese Analyse erfolgt dabei sowohl in Form von tabellarischen Statistiken als auch in Form von Graphiken und visuell am Bildschirm.

Die Prozeßanalyse mit Process Charter erfolgt in 4 Schritten. Zuerst wird die Prozeßstruktur durch verschiedene Werkzeuge für die Flußdiagrammerstellung definiert. Im zweiten Schritt werden die Einsatzmittel in der Einsatzmitteltabelle festgelegt. Nachdem die Einsatzmittel festgelegt sind, werden sie im dritten Schritt verschiedenen Aktivitäten des Prozesses zugewiesen. Am Ende kann dann die Simulation des Prozesses und die Analyse durchgeführt werden [Sci95].

Die Anwendungsgebiete von Process Charter sind auf betriebswirtschaftliche Bereiche begrenzt und reichen dabei von der einfachen Flußdiagrammerstellung über die Unterstützung der ISO 9000-Zertifizierung bis zur Geschäftsprozeßoptimierung.

Das Erstellen des Ablaufes bzw. des Flußdiagramms wird durch Vorlagenkataloge unterstützt, die vordefinierte Symbole und Linien-/Pfeilarten enthalten. Es gibt mehrere mitgelieferte Vorlagenkataloge, zum Beispiel der Vorlagenkatalog ISO 9000, es ist aber auch möglich Vorlagen selbst zu entwerfen. Ein Prozeß wird dann einfach durch Auswählen der entsprechenden Vorlage und Bestimmen deren Position auf der Zeichenfläche entworfen. Die folgende Abbildung zeigt das Fenster von Process Charter.

Symbole für schnellen Zugriff auf Funktionen

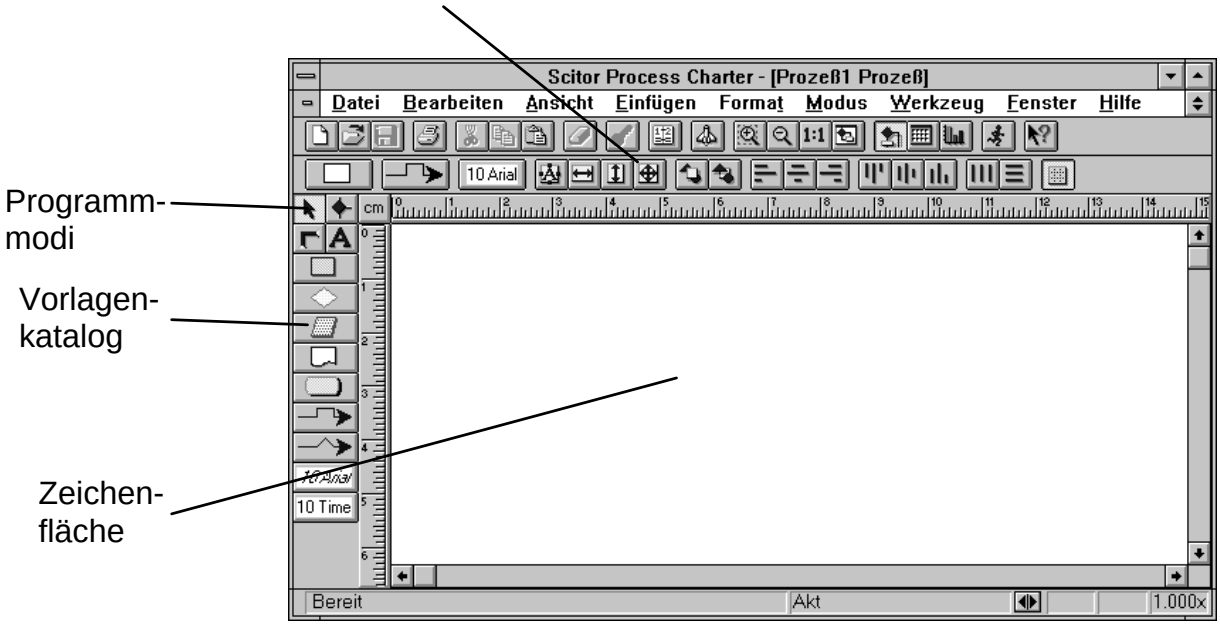


Abbildung 8: Das Process Charter-Fenster

Process Charter kennt beim Prozeßentwurf vier Prozeßmodi. Der Auswahlmodus erlaubt das Verschieben und Manipulieren von Objekten. Der Prozeßzeichenmodus dient zum Plazieren von Aktivitäten und Objekten aus dem Vorlagenkatalog. Im Linienzeichnenmodus werden plazierte Objekte durch vordefinierte Linien verbunden. Der Textmodus schließlich erlaubt das beliebige Einfügen von Text in die Zeichenfläche.

Da Process Charter jedoch wesentlich mehr darstellt als ein einfaches Malprogramm wird in den folgenden Abschnitten auf die weitere Funktionalität und auf das Prozeßverständnis von Process Charter eingegangen.

3.2 Das Prozeßmodell von Process Charter

In diesem Abschnitt soll die Funktionsweise des Programms und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die konkrete Abbildung eines Prozesses dargestellt werden.

In Process Charter existieren drei grundsätzliche Primitiva: Aktivitäten, Pfade und Einsatzmittel [Sci95]. Aus diesen Primitiva setzt sich prinzipiell das Prozeßmodell von Process Charter zusammen. Aktivitäten und Pfade sind im Prozeßschaubild visualisiert. Die folgende Abbildung stellt einen kleinen Prozeß mit Aktivitäten und Pfaden in Process Charter dar:

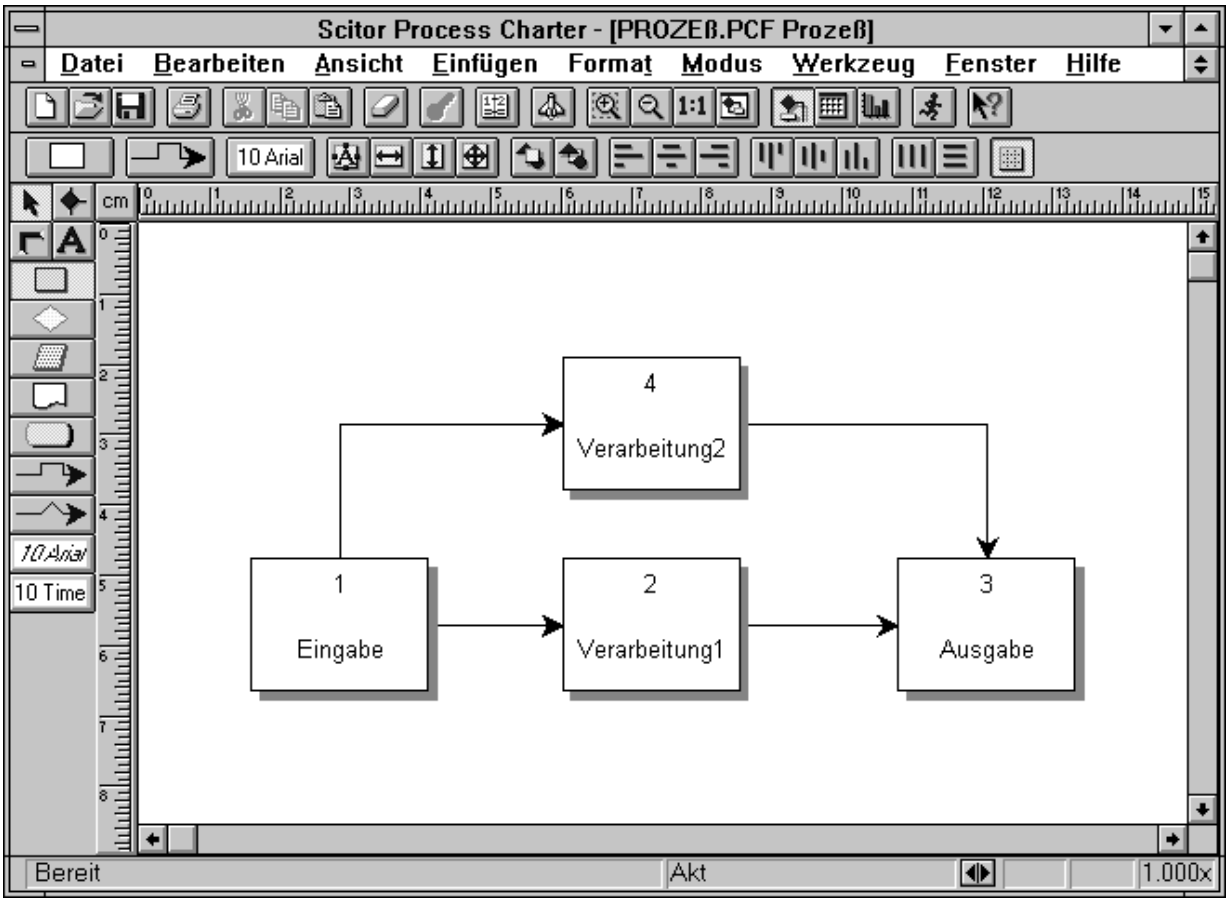


Abbildung 9: Ein einfacher Prozeß in Process Charter

Hier im Beispiel werden Aktivitäten durch Rechtecke und Pfade durch Pfeile dargestellt. Die Darstellungsform von Aktivitäten ist frei wählbar, wobei sich an der Funktionalität nichts ändert. Pfade definieren die Verbindungen zwischen Aktivitäten und benutzen Einsatzmittel. Im folgenden wird auf die Primitiva Aktivität, Pfad und Einsatzmittel näher eingegangen.

3.2.1 Die Aktivität

Eine Aktivität steht im Prinzip für eine in der Realität ausgeübte Tätigkeit und ist mit den Stellen des Petrinetzmodells vergleichbar. Um eine Aktivität in Process Charter zu charakterisieren ist die Eingabe von folgenden Daten notwendig. In der Aufstellung werden jeweils die Bezeichnungen von Process Charter verwendet (siehe auch Abbildung 9).

- ***Aktivität Ident*** beschreibt die Aktivität eindeutig. Im allgemeinen wird eine Nummer vom System für eine neue Aktivität automatisch vergeben, diese kann jedoch vom Benutzer verändert werden. Diese Ident-Nummer kann im Prozeßschaubild dargestellt werden (siehe Nummern in Aktivitäten, Abbildung 7).

- ***Aktivität Name*** definiert den Namen der Aktivität. Dieser Name kann ebenfalls im Prozeßschaubild dargestellt werden.

- Die ***Priorität*** einer Aktivität beschreibt deren Wichtigkeit im Vergleich zu anderen Aktivitäten. Prioritäten finden in der Definition der Pfadwahl Anwendung (siehe unten).

- ***Wschlange*** steht für die Länge der Warteschlange, d.h. die Anzahl von Objekten, die vor dieser Aktivität auf ihre Weiterbearbeitung warten können. Ist die Warteschlange voll, werden direkt vorgelagerte Aktivitäten blockiert. Objekte sind direkt mit dem Marken im Petrinetzmodell vergleichbar.

- ***Max Kopien*** beschreibt wie oft diese Aktivität vorkommt, d.h. anstatt die gleiche Aktivität 5-mal im Prozeßschaubild einzuzeichnen, kann die Aktivität nur einmal gezeichnet und in diesem Feld die Zahl 5 eingetragen werden.

- ***Typ*** definiert die Art der Aktivität. Mögliche Einträge sind dort:

    1. *Startelement*: Ein Startelement hat keine zu ihm weisenden Pfade. Im Startelement werden Objekte generiert.

    2. *Endelement*: Ein Endelement weist keine nachfolgenden Aktivitäten auf. Es ist mit einer Art „Endlager“ zu vergleichen.

    3. *Normal*: Jede Aktivität, die weder als *Startelement*, *Warteschlange*, *Unterbrecher*, *Unterprozeß* noch als *Endelement* bezeichnet werden kann, wird als *Normal* gekennzeichnet. Der Typ *Normal* wird automatisch vergeben, wenn eine Aktivität nicht am Anfang oder Ende eines Prozesses steht.

    4. *Warteschlange*: Eine Aktivität, die Objekte aus vorhergehenden Aktivitäten sammelt und sie bis zur Freigabe an die folgende Aktivität aufbewahrt, wird als *Warteschlange* bezeichnet.

    5. *Unterbrecher*: Braucht ein Unterbrecher wiederverwendbare Einsatzmittel um aktiv zu werden, so setzt er Aktivitäten mit niedriger Priorität, die die benötigten Einsatzmittel verwenden, außer Kraft. Eine unterbrochene Aktivität kann allerdings sofort wieder aufgenommen werden, sobald der Unterbrecher die Einsatzmittel wieder freigibt.

    6. *Unterprozeß*: Hinter einer Aktivität des Typs Unterprozeß verbirgt sich ein in einer anderen Datei gespeicherter Prozeß (Unterprozeß). Dieser Prozeß wird bei Aktivierung geladen und durchlaufen.

- ***Kalender*** können definiert und einer Aktivität zugeordnet werden. Unter einem Kalender versteht man den zeitlichen Rahmen eines Tages, während dessen die Aktivität aktiv ist, sozusagen deren Arbeitszeit.

- ***Zeitoption*** definiert das zeitliche Verhalten der Aktivität in Abhängigkeit des Kalenders. Es gibt mehrere mögliche Einträge, welche anhand eines Beispiels erläutert werden sollen. Beispiel: Eine Aktivität mit einem 8-Stunden Arbeitstag (8:00 - 16:00 Uhr, ohne Pause). Pro Stunde kann ein Objekt verarbeitet werden. Es sollen insgesamt 10 Objekte verarbeitet werden, die Verarbeitung beginnt jeweils fünf Minuten nach einer vollen Stunde. Nach einem Arbeitstag ergeben sich - je nach gewählter Zeitoption - die folgenden Resultate:

    1. *Unterbrechen*: Die Verarbeitung des achten Objekts beginnt um 15:05 Uhr. Die Aktivität läuft bis zur Endzeit um 16:00 Uhr und wird dort unterbrochen. Um 8:00 Uhr des folgenden Morgens wird diese Aktivität wieder aufgenommen und

nach Ablauf der noch fehlenden fünf Minuten beendet (es sei denn, die Prozeßdauer war auf einen Tag beschränkt). In diesem Beispiel würden sieben der zehn Objekte komplett und ein Objekt fast vollständig verarbeitet.

2. *Akt beenden*: Auch hier beginnt die Verarbeitung des achten Objektes um 15:05 Uhr. Die Verarbeitung dieses Objektes wird bis 16:05 Uhr durchgeführt und somit abgeschlossen, obwohl der Aktivitäten Kalender bereits um 16:00 Uhr endete. Die verbleibenden zwei Objekte werden allerdings nicht mehr verarbeitet, d.h. acht der zehn Objekte wurden komplett verarbeitet.

3. *Nie verlängern*: Wieder würde die Verarbeitung des achten Objektes um 15:05 Uhr beginnen. Process Charter erkennt allerdings, daß die benötigte Zeit nicht mehr in das aktuelle Zeitintervall passen würde und beginnt die Verarbeitung des achten Objektes nicht mehr. Durch die Wahl dieser Zeitoption würden somit nur sieben der zehn Aktivitäten verarbeitet.

4. *Inputs beenden*: Diese Zeitoption legt fest, daß die Aktivität alle Objekte verarbeiten wird, egal zu welcher Zeit die Verarbeitung endet. In unserem Beispiel würden alle zehn Objekte verarbeitet und die Verarbeitung würde um 18:05 enden.

- Die Option ***Aktiv/Intervall*** legt fest, wie häufig eine Aktivität in einem einzelnen Zeitintervall aktiviert werden kann. Eine Aktivität mit einem Kalender von 8:00 - 12:00 Uhr und 13:00 - 17:00 Uhr besitzt zwei aktive Zeitintervalle. Die folgenden *Aktiv/Intervalle* stehen in der Auswahlliste zur Verfügung:

    1. *Ohne*: Diese Option bedeutet, daß eine Aktivität innerhalb eines aktiven Zeitintervalls beliebig häufig aktiviert werden kann. Die vorgegebene Standardeinstellung für das *Aktiv/Intervall* lautet *Ohne*.

    2. *Einmal pro*: Eine Aktivität, die durch diese Option gekennzeichnet ist, kann pro Zeitintervall nur einmal aktiviert werden. Ein typisches Beispiel für eine *Einmal pro* Intervall Aktivität ist ein Tagesbericht. Zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem bestimmten Zeitraum wird die Aktivität alle verfügbaren Inputs verarbeiten und einen Bericht erstellen. Kommen später weitere Inputs hinzu, wird kein zusätzlicher Bericht erstellt, bis das nächste Zeitintervall erreicht ist.

- Die ***Pfadwahl*** legt fest, welchen Pfad die Aktivität durchlaufen wird. Dadurch wird auch die folgende Aktivität bestimmt. Es gibt hier folgende Auswahlmöglichkeiten:

    1. *Wahrscheinl*: Diese Option ermöglicht es Ihnen, den Prozentsatz festzulegen, mit der sich die Aktivität für einen bestimmten Weg entscheiden wird. Die Gesamtsumme der Wahrscheinlichkeiten muß 100 % betragen. Diese Pfadwahlmöglichkeit wird verwendet, wenn die Verteilung der Pfadbenutzung bekannt ist.

    2. *Priorität*: Eine Priorität ermöglicht es, die Präferenzen festzulegen, mit denen für einen bestimmten Pfad entschieden wird. Wenn immer allen Pfaden alle Einsatzmittel zur Verfügung stehen, wird der Pfad mit der höchsten Priorität

(dies entspricht der niedrigsten Prioritätennummer) ausgewählt. Steht der Pfad mit der höchsten Priorität nicht als Einsatzmittel zur Verfügung, wird auf den Pfad mit der nächsthöheren Priorität zurückgegriffen. Die Option Priorität sollte benutzt werden, wenn Entscheidungen von der Verfügbarkeit der Einsatzmittel abhängen.

3. *Beide*: Wenn die Option *Beide* angewählt ist, betrachtet Process Charter alle Pfade, und zwar nach Priorität geordnet. Sobald ein Pfad gefunden wird, dem genügend Einsatzmittel zur Verfügung stehen, werden alle Pfade mit niedriger Priorität nicht mehr berücksichtigt. Lediglich Pfade mit gleicher Priorität werden in diesem Fall noch betrachtet und aufgrund der Wahrscheinlichkeiten wird ein Pfad dann ausgewählt.

4. *Kürz Wschlange*: Diese Pfadwahl bedeutet, daß die Aktivität den kürzesten möglichen Weg zum Ziel wählt, d.h. es wird der Pfad ausgewählt, der die wenigsten Objekte in der Warteschlange hat (kürzeste Warteschlange).

5. *Läng Wschlange*: Diese Pfadwahl bedeutet, daß die Aktivität den längsten möglichen Weg zum Ziel wählt, d.h. es wird der Pfad ausgewählt, der die meisten Objekte in der Warteschlange hat (längste Warteschlange).

6. *Parallel*: Bei einer parallelen Pfadwahl verwendet die Aktivität alle Pfade. Unter Umständen bedingt dies auch die Generierung von neuen Objekten (Marken).

- Als letzter Punkt der Aktivitätendefinition können den **Pfaden** noch fixe Kosten und die zeitliche Dauer zugeordnet werden und außerdem sind eventuell die Wahrscheinlichkeiten oder Prioritäten für die einzelnen Pfade einzutragen.

Die folgende Abbildung stellt den Eingabedialog für Aktivitäten dar:

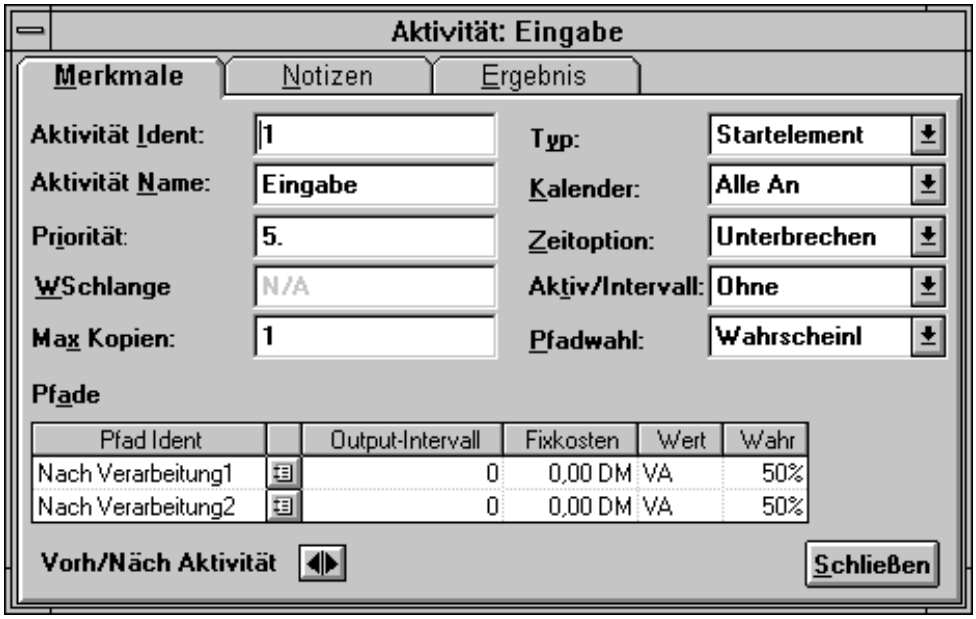


Abbildung 10: Eingabe der Aktivitätenspezifikation

3.2.2 Der Pfad

Pfade definieren die Verbindungen zwischen Aktivitäten. Sie entsprechen den Transitionen des Petrinetzmodells und werden durch einfaches Zeichnen von Pfeilen im Prozeßschaubild generiert. In den Aktivitäten wird festgelegt, wie die Pfadwahl erfolgt. Dies kann in Abhängigkeit von Wahrscheinlichkeiten, Prioritäten, Warteschlangen, aber auch in Abhängigkeit von benötigten Einsatzmitteln erfolgen. Pfade benötigen die für sie definierten Einsatzmittel um „schalten“ zu können. Im folgenden wird die Pfaddefinition beschrieben.

Wie schon gesagt werden Pfade durch einfaches Zeichnen erzeugt. Die so gezeichneten Pfade können jedoch noch mit zugeordneten Einsatzmitteln und der zeitlichen Dauer charakterisiert werden. Da von einer Aktivität mehrere Pfade ausgehen können, muß diese Charakterisierung für jeden Pfad erfolgen. Dafür ist die Eingabe einiger Parameter erforderlich.

Es müssen die für die Ausführung des Pfades notwendigen Objekte und Einsatzmittel definiert werden. Die notwendigen Objekte müssen sich dafür in der Warteschlange der Aktivität befinden und die Einsatzmittel dürfen von keinem anderen Pfad gebunden sein. Für Einsatzmittel kann definiert werden, wie lange sie während der Ausführung gebunden sind und wie die Basis für diese Bindung aussieht. Die Funktionalität der verschiedenen Optionen für die Basis der Bindung soll an einem Beispiel verdeutlicht werden.

Beispiel:
Die Aktivität hat als Input zwei Karosserien, acht Räder, 5 Schrauben pro Rad und als Output 2 fertige Fahrzeuge. Der Monteur - als Personal Einsatzmittel - benötigt 3 Stunden für diese Aktivität.

- Wenn der Monteur durch die *Basis* ***Aktivierung*** gekennzeichnet ist, wird die Aktivität genau 3 Stunden pro Aktivierung laufen, d.h. 3 Stunden für die Montage zweier Wagen, 1 1/2 Stunden pro Fahrzeug.

- Ist das Einsatzmittel, d.h. der Monteur durch die Basis ***Karosserie (E)*** gekennzeichnet, dann benötigt diese Aktivität 3 Stunden pro Eingabe einer Karosserie und dementsprechend 6 Stunden für die Montage zweier Fahrzeuge (3 Stunden pro Stück).

- Ist das Einsatzmittel, d.h. der Monteur durch die Basis ***Rad (E)*** gekennzeichnet, dann benötigt diese Aktivität 3 Stunden pro Montage eines Rades und dementsprechend 24 Stunden für die Montage zweier Fahrzeuge (12 Stunden pro Stück).

- Ist das Einsatzmittel, d.h. der Monteur durch die Basis ***Auto (A)*** gekennzeichnet, dann benötigt diese Aktivität 3 Stunden für den Output eines Wagens und dementsprechend 6 Stunden für den Output zweier Fahrzeuge.

- Ist das Einsatzmittel, d.h. der Monteur durch die Basis ***Schraube (EM)*** gekennzeichnet, dann benötigt diese Aktivität 3 Stunden pro Verarbeitung einer Schraube und dementsprechend 120 Stunden für die Montage zweier Fahrzeuge (60 Stunden pro Fahrzeug).

Desweiteren kann die zeitliche Verwendung für Einsatzmittel definiert werden, d.h. es kann festgelegt werden, ob Einsatzmittel gleichzeitig, also quasi parallel, oder nacheinander, also sequentiell, verwendet werden.

Neben den Eingangsparametern eines Pfades müssen noch die vom Pfad nach dessen Ausführung erzeugten Outputs festgelegt werden. Einem Output entspricht generell ein Objekt, wobei mehrere Objekte durch einen Pfad erzeugt werden können. Sie entsprechen sozusagen dem Ergebnis des Pfades. Auf Objekte wird zu einem späteren Zeitpunkt noch näher eingegangen. Diese erzeugten Objekte dienen nachfolgenden Aktivitäten und Pfaden als Input. Die folgende Abbildung stellt das Fenster zur Pfaddefinition dar.

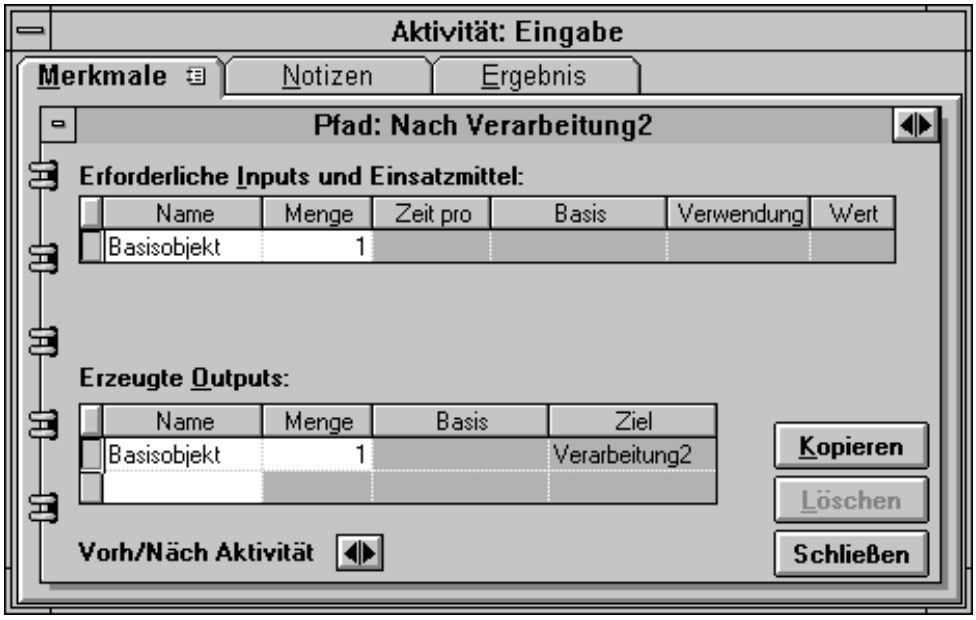


Abbildung 11: Eingabe der Pfaddefinition

3.2.3 Das Einsatzmittel

Das letzte der drei Primitiva stellt das Einsatzmittel dar. Als Einsatzmittel können Menschen, Maschinen, Materialien, Anlagen, Geld oder Informationen dienen: alles das, was für das Gelingen eine Prozesses notwendig ist. Diese Einsatzmittel können dann jedem beliebigen Pfad zugeordnet werden. Die Eigenschaften von Einsatzmitteln werden in der Einsatzmitteltabelle festgelegt. Um ein Einsatzmittel vollständig zu charakterisieren ist die Eingabe folgender Daten notwendig:

- *Name*: Der Name des Einsatzmittels

- *Typ*: Der Typ des Einsatzmittels: Personal, Material oder Verschiedenes
- *Verwendung*: Die Option Verwendung regelt, ob ein Einsatzmittel wiederverwendbar oder verbrauchbar ist, d.h. ob es nur einmal oder mehrmals verwendbar ist.
- *Bereich*: Der Anwendungsbereich für Einsatzmittel kann entweder global sein, d.h. daß sie (per Grundeinstellung) einem globalen Pool an Einsatzmitteln angehören oder auf ein bestimmtes Objekt beschränkt sein.
- *Menge*: Hiermit kann angegeben werden, wie oft das Einsatzmittel in gleicher Ausprägung existiert.
- *Kosten*: Hier werden die Kosten pro Zeiteinheit eines Einsatzmittels angegeben.

Desweiteren können noch der Arbeitstag, die maximal zulässigen Überstunden und die Kosten pro Überstunde für jedes Einsatzmittel festgelegt werden. Abbildung 11 stellt die Einsatzmitteltabelle dar.

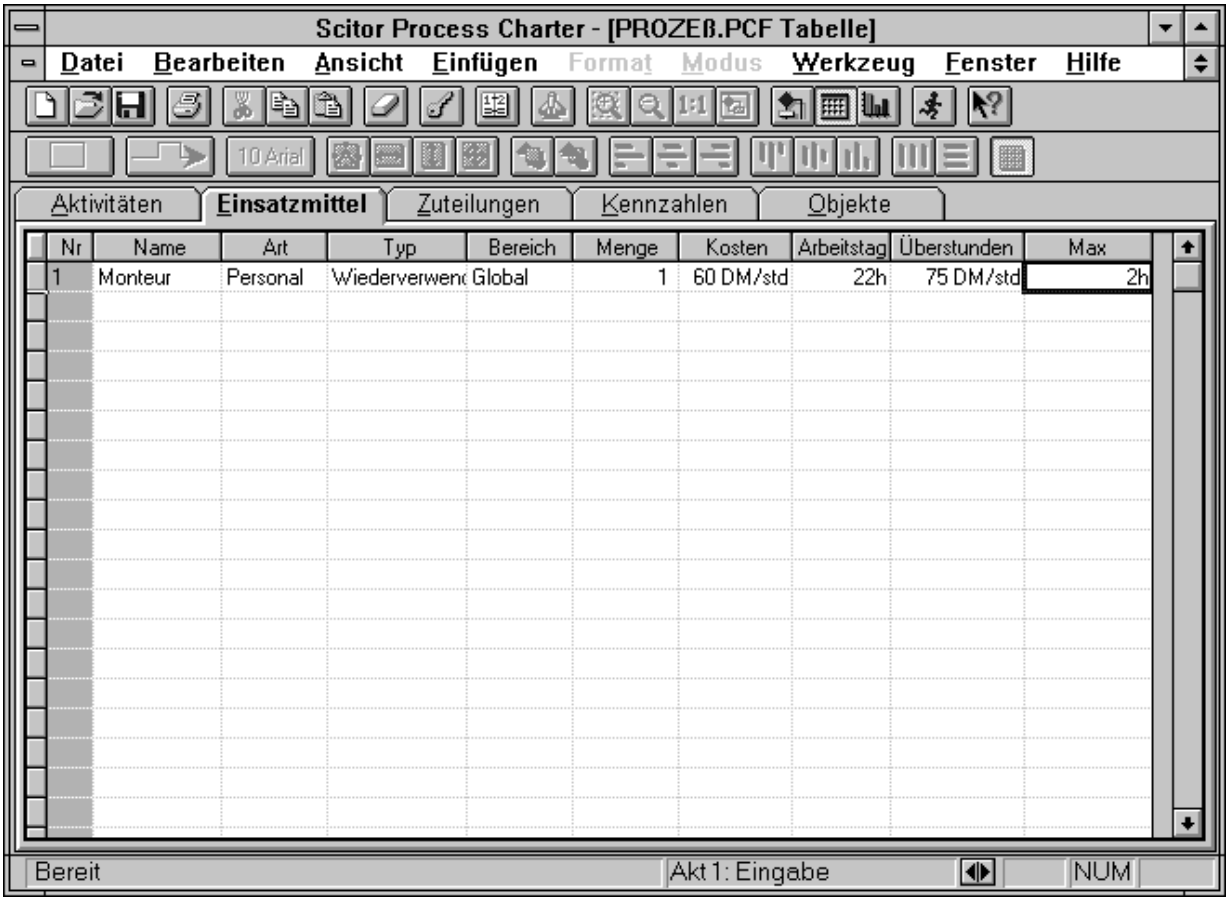

Scitor Process Charter - [PROZEß.PCF Tabelle]
Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Modus Werkzeug Fenster Hilfe
10 Arial
Aktivitäten Einsatzmittel Zuteilungen Kennzahlen Objekte
Nr Name Art Typ Bereich Menge Kosten Arbeitstag Überstunden Max
1 Monteur Personal Wiederverwend Global 1 60 DM/std 22h 75 DM/std 2h
Bereit
Akt 1: Eingabe
NUM

Abbildung 12: Die Einsatzmitteltabelle

Diese drei oben beschriebenen Primitiva definieren einen Prozeß. Durch diesen Prozeß fließen nun Objekte, die neben dem standardmäßig vorhandenen Basisobjekt frei definiert werden können. Objekte sind mit den Marken des Petrinetzmodells unmittelbar vergleichbar. Objekte werden vom Startelement erzeugt, stehen dann in der Warteschlange von Aktivitäten, werden von Pfaden bei deren Aktivierung verbraucht, bei

Ende des Pfades wieder erzeugt und vom Endelement gesammelt. Objekte werden für den Gesamtprozeß einmal durch Angabe eines Objektnamens definiert. In Process Charter ist der Aufruf von Unterprozessen möglich, was den Schluß nahe legt, daß THORNs dem Prozeßmodell von Process Charter zugrunde liegen.

Um den Zusammenhang zwischen dem Petrinetzmodell und dem Prozeßmodell von Process Charter zu veranschaulichen, wird der in Abbildung 9 gezeigte Prozeß inklusive einem Mitarbeiter als hinter den vier Aktivitäten stehendem Einsatzmittel als Petrinetz dargestellt, wobei hier weder zeitliche Restriktionen noch Hierarchisierung miteinbezogen wurden. Die vier Aktivitäten werden im Petrinetz durch Stellen repräsentiert, Pfade durch Transitionen und Objekte durch Marken. Um Einsatzmittel mit dem normalen Petrinetzmodell simulieren zu können, wird eine neue Stelle für jedes Einsatzmittel erzeugt, die so viele Marken enthält, wie Ausprägungen des Einsatzmittels vorhanden sind. Ein Pfad, repräsentiert durch eine Transition, zieht eine Marke von der entsprechenden Einsatzmittel-Stelle ab, falls er dieses Einsatzmittel zur Ausführung benötigt, und legt die Marke nach Ausführung wieder zurück. Auf diese Weise können Einsatzmittel im konventionellen Petrinetzmodell simuliert werden. Die folgende Abbildung stellt den Prozeß aus Abbildung 9 als Petrinetz dar.

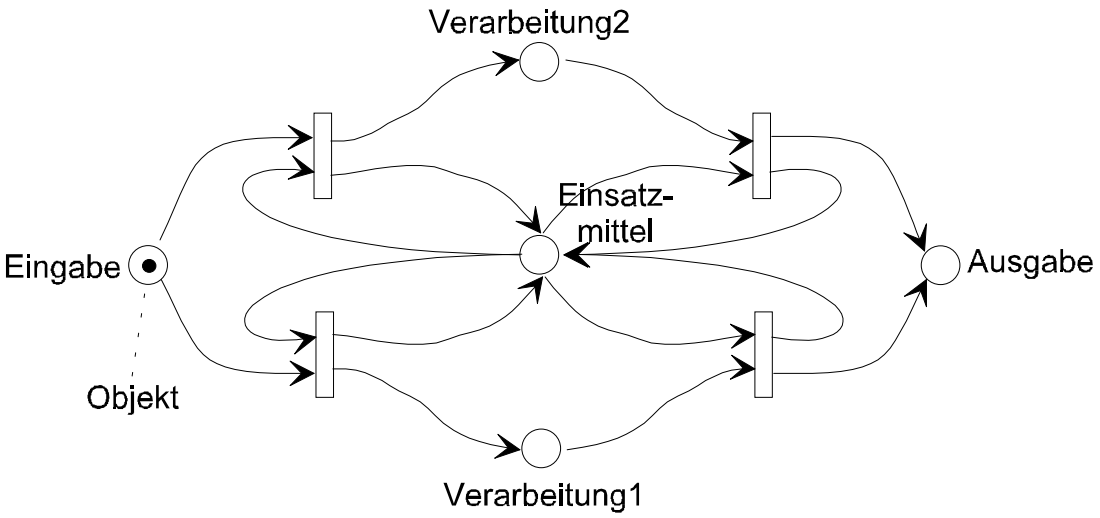


Abbildung 13: Ein Prozeß als Petrinetz

Wie die Simulation konkret in Process Charter realisiert ist, wird im folgenden Abschnitt erläutert.

3.2.4 Simulation und Analyse

Die Simulation eines Prozesses in Process Charter geschieht auf unterster Ebene dadurch, daß das zugehörige modifizierte Petrinetzmodell ausgeführt wird. Im Startelement werden in festgelegten Intervallen Objekte generiert, die dann den spezifizierten Pfaden gemäß der angegebenen Pfadwahl folgen und für eine Aktivität eine bestimmte zeitliche Dauer und bestimmte Einsatzmittel brauchen. Das Wandern von Objekten wird durch das Wechseln der Farbe von entsprechenden Aktivitäten und Pfaden am Bildschirm dargestellt. Der Zustand von Aktivitäten und Pfaden während der Simulation wird durch deren Farbe angezeigt:

- Grün Die Ausführung läuft.

- Hellgrau — Die Aktivität befindet sich außerhalb der aktiven Zeitintervalle oder sie besitzt nur einen Aktiv/Intervall (d.h. die Option Aktiv/Intervall steht auf Einmal pro) und dieser ist bereits abgelaufen.
- Rot — Die Aktivität ist entweder mangels fehlender Einsatzmittel blockiert oder die Anzahl der Inputs in der Warteschlange ist voll.
- Dunkelviolett — Die Aktivität wird blockiert, da die Input Warteschlange einer Zielaktivität komplett belegt ist. Dies kann nur dann geschehen, wenn die Länge der Warteschlange der Zielaktivität nicht der vorgegebenen Grundeinstellung - nämlich Unbegrenzt (*) - entspricht.
- Dunkelblau — Die Arbeit ging über den Kalender hinaus. Sie wurde deshalb abgebrochen und wird sobald ein weiteres aktives Zeitintervall beginnt, wieder fortgesetzt.
- Weiß — Es befinden sich keine oder nicht genügend Objekte in der Input Warteschlange um die Aktivität zu starten. Endelemente sind immer weiß.

Durch diese Farbdarstellung lassen sich Engpässe und mangelnde Auslastung visuell erkennen. Desweiteren können zu jeder Aktivität Kennzahlen dargestellt werden, wie zum Beispiel die Anzahl eingehender Objekte, die mittlere Wartezeit von Objekten vor dieser Aktivität, usw. . Diese Kennzahlen werden während der Simulation ständig aktualisiert und stellen so den aktuellen Prozeßzustand dar. Diese Kennzahlen werden parallel in einer Tabelle mit protokolliert, stellen jedoch auch hier immer nur den momentanen Zustand des Prozesses dar, d.h. Auswertungen über den zeitlichen Verlauf sind nicht möglich. Auswertungen über einige dieser Kennzahlen können auch graphisch dargestellt werden. Diese Möglichkeit ist aber nur sehr begrenzt für Analysezwecke verwendbar, da die Darstellungsform weder anschaulich noch flexibel ist. Die generierten Tabellen können jedoch in einem Standardformat exportiert und so weiterverarbeitet und graphisch aufbereitet werden.

3.3 Zusammenfassung

Process Charter besitzt die Prozeßprimitiva Aktivitäten, Pfade und Einsatzmittel. Damit lassen sich betriebswirtschaftliche Prozesse modellieren und simulieren. Process Charter unterstützt also die Prozeßmodellierung und -simulation, eine Unterstützung bei der Aufnahme von benötigten Daten gibt es allerdings nicht. Da die Aufnahme der benötigten Daten unmittelbaren Einfluß auf die Qualität der Daten und damit auch auf die Qualität des abgebildeten Prozesses hat, wurde eine Vorgehensweise entwickelt, die eine strukturierte Aufnahme ermöglicht. Der nun folgende Abschnitt beschäftigt sich mit der Vorgehensweise zur Aufnahme eines Prozesses in einem Autohaus. Die gesamte Vorgehensweise der Aufnahme und Abbildung eines Prozesses wird durch die oben beschriebenen Programmgegebenheiten bestimmt.

4 Die Vorgehensweise zur Prozeßmodellierung

In diesem Abschnitt wird die Vorgehensweise dargestellt, die entwickelt wurde, um von einem Unternehmen oder von einem Teilbereich eines Unternehmens zu einem Prozeß zu kommen, der dieses oder diesen beschreibt. In der Literatur schon bestehende Vorgehensweisen weisen immer starke Abhängigkeiten zum verwendeten Prozeßmodellierungs- und -simulationssystem auf. So gibt es Vorgehensweisen für ARIS oder SAP R/3. Es wurde allerdings keine Vorgehensweise gefunden, die sich auf Process Charter und Autohäuser als Zielobjekt anwenden ließe. Deshalb wurde im Rahmen der Studienarbeit eine solche Vorgehensweise zur Prozeßaufnahme und -modellierung entwickelt.

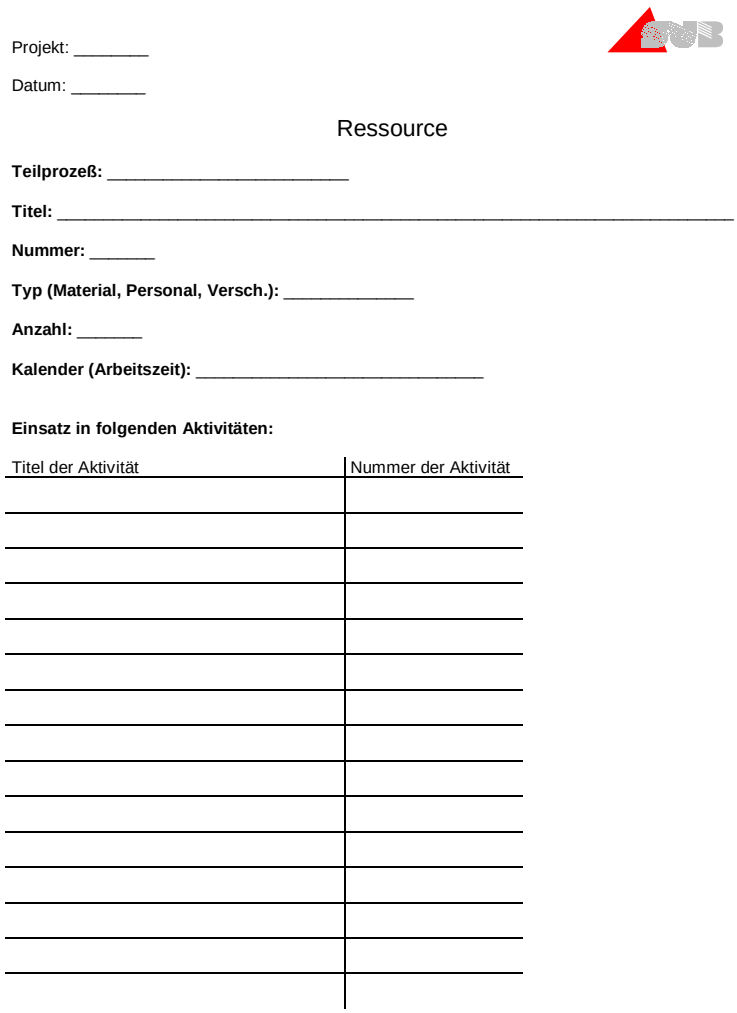
Die Vorgehensweise folgt einem Top-Down-Ansatz und läßt sich in folgende Schritte gliedern.

1. Der erste Schritt stellt die Betrachtung des gesamten Unternehmens bzw. Teilbereiches dar. Dieser Schritt dient dazu, sich einen Überblick über Strukturen und Abläufe im Unternehmen zu verschaffen.

2. Nach diesem Schritt müssen benötigte Basisdaten wie Personaldaten, Kosten, Organigramm, ... von der Geschäftsleitung bzw. kaufmännischen Leitung abgefragt werden. Eventuell vorhandene Unterlagen zur DIN/ISO 9000ff-Zertifizierung sollten ebenfalls hier beschafft werden. Diese Daten können zur Vorbereitung von späteren Betrachtungen herangezogen werden und werden außerdem wie zum Beispiel Personalkosten teilweise für die eigentliche Prozeßaufnahme benötigt.

3. Im nächsten Schritt wird der Untersuchungsbereich, der durch ein Unternehmen oder durch einen Teilbereich eines Unternehmens repräsentiert werden kann, in organisatorische oder funktionale Teilbereiche zerlegt, die von einander isoliert betrachtet werden können. Einen solchen Teilbereich kann zum Beispiel eine Abteilung oder eine Arbeitsgruppe darstellen. Dieser Schritt der Zerlegung wird sooft wiederholt bis der gewünschte Detaillierungsgrad erreicht ist. Der Detaillierungsgrad ist hierbei in erster Linie von der Größe des betrachteten Unternehmens abhängig. In kleinen Untersuchungsbereichen kann also der Detaillierungsgrad höher sein als in großen Untersuchungsbereichen. Die Zerlegung in Teilbereiche wird nicht von der eigentlichen Prozeßmodellierung gefordert, sondern dient allein zu dem Zweck kleinere überschaubare Teilbereiche zu betrachten und außerdem in größeren Unternehmen mehrere Bereiche parallel bearbeiten zu können.

4. Der nächste Schritt stellt die eigentliche Prozeßaufnahme dar. Die im vorigen Schritt identifizierten Teilbereiche werden gesondert untersucht. Für die Aufnahme wurden Formulare entwickelt, die den Aufnehmenden bei der Erfassung von Aktivitäten, Einsatzmitteln und Abläufen unterstützen. Die Formulare sollen nicht vor den Mitarbeitern ausgefüllt werden, sondern dienen zur Kontrolle der aufgenommenen Daten auf Vollständigkeit. Abbildung 14 zeigt eines dieser Formulare.



Projekt: _____

Datum: _____

Ressource

Teilprozeß: _____

Titel: _____

Nummer: _____

Typ (Material, Personal, Versch.): _____

Anzahl: _____

Kalender (Arbeitszeit): _____

Einsatz in folgenden Aktivitäten:

Titel der Aktivität	Nummer der Aktivität

Abbildung 14: Formular zur Aufnahme eines Einsatzmittels

Die Aufnahme erfolgt zum einen durch Beobachtung der Abläufe und zum anderen durch Befragung der betroffenen Mitarbeiter. Das Verhältnis zu den betroffenen Mitarbeitern ist dabei als sehr wichtig zu erachten, da ihre Auskünfte eine große Rolle spielen. Das Kennenlernen der Mitarbeiter dient zum einen dazu, in jedem Bereich einen Ansprechpartner zu haben, und zum anderen eventuelle Vorbehalte gegenüber der Prozeßaufnahme, die leicht als Kontrolle oder Bewertung aufgefaßt werden könnte, abzubauen. Die Unterlagen zur DIN/ISO-Zertifizierung sind dabei hilfreich, da erstens in den Funktionsbeschreibungen die Aufgaben der jeweiligen Mitarbeiter enthalten sind und zweitens die Verfahrensanweisungen einen ersten Blick auf die Abläufe zulassen. Daten, die im Unternehmen nicht bekannt sind, wie die zeitliche Verteilung von Eingangsgrößen oder die Wahrscheinlichkeiten der Pfadwahl müssen ermittelt werden. Dies sollte so fern möglich schon im Vorfeld der Prozeßaufnahme geschehen.

5. Sind die Prozesse in den Teilbereichen aufgenommen, müssen im nächsten Schritt die Schnittstellen zwischen diesen Bereichen und zu Bereichen, die nicht Untersuchungsgegenstand sind, betrachtet werden. Diese Schnittstellen sind häufig Schwachstellen oder Fehlerquellen in den Abläufen des Unternehmens.

6. Nachdem alle benötigte Daten erfaßt bzw. ermittelt sind, ist die Prozeßaufnahme abgeschlossen und es kann mit der Abbildung des Prozesses in Process Charter begonnen werden.

Die folgende Abbildung stellt die Vorgehensweise zur Prozeßaufnahme als Ablaufdiagramm dar:

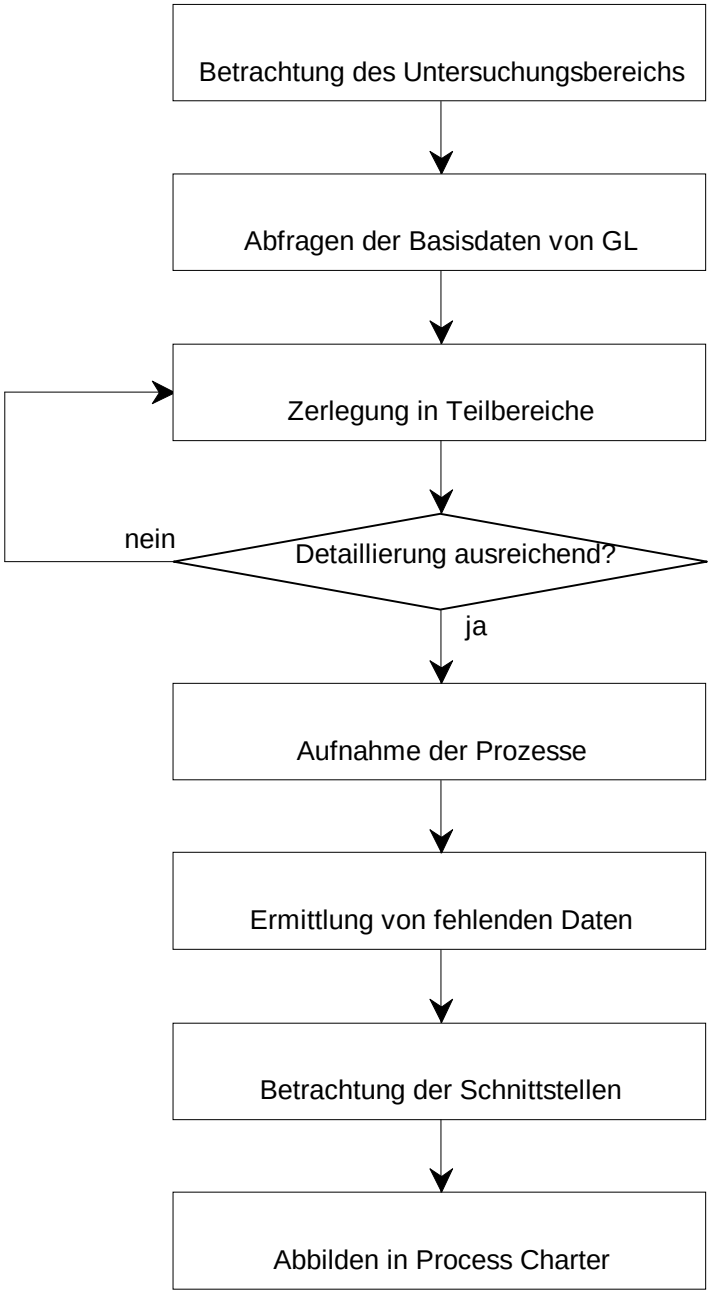


Abbildung 15: Die Vorgehensweise zur Prozeßaufnahme

Wird bei der Abbildung des Prozesses in Process Charter festgestellt, daß Daten fehlen oder der Detaillierungsgrad nicht ausreicht, so müssen die entsprechenden Schritte wiederholt werden.

Mit der Aufnahme der Prozeßdaten und der Abbildung in Process Charter ist die Vorgehensweise jedoch noch nicht abgeschlossen. Durch das systematische Durchführen der Prozeßaufnahme können einige Schwachstellen und Fehlerquellen im Prozeß schon während der Aufnahme entdeckt werden. Schwachstellen und Fehlerquellen sind hierbei insbesondere Zyklen im Prozeß und lange Wege über verschiedene Abteilungen oder Hierarchieebenen hinweg. Durch die Analyse des Prozesses während der Simulation können noch weitere Schwachstellen entdeckt und entsprechende Maßnahmen generiert werden. Diese können dann im abgebildeten Prozeß überprüft werden. Aus den identifizierten Schwachstellen können auch schon während der Aufnahme Maßnahmen generiert werden, um diese auszugleichen oder zu beseitigen. Diese Maßnahmen können anschließend in der EDV virtuell umgesetzt werden, um deren Auswirkungen auf den Prozeß zu simulieren. Folgende Abbildung stellt das weitere Vorgehen nach der Aufnahme dar.

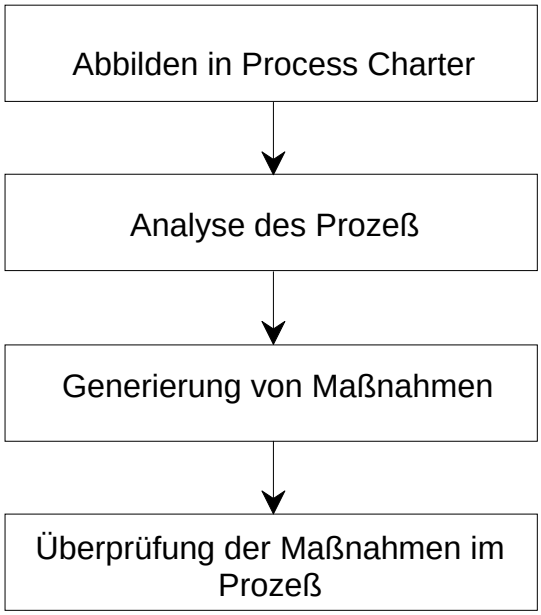


Abbildung 16: Die Vorgehensweise nach der Prozeßaufnahme

Nachdem die Maßnahmen im Prozeß überprüft wurden, wird eine Wirtschaftlichkeitsrechnung für jede Maßnahme durchgeführt und jeder Maßnahme werden Umsetzungstermine hinterlegt. Das Ergebnis ist ein Umsetzungsplan, der jedoch nicht Gegenstand der Studienarbeit ist und deshalb hier nicht behandelt wird.

Der folgende Abschnitt beschreibt die konkrete Aufnahme eines Prozesses im Servicebereich PKW eines Autohauses, also die praktische Umsetzung der entwickelten Vorgehensweise zur Prozeßaufnahme.

5 Modellierung des Serviceprozesses in einem Autohaus

Untersuchungsgegenstand für die Aufnahme eines Prozesses war der Servicebereich PKW eines Autohauses. Der Servicebereich PKW umfaßt alle Bereiche, die mit der Reparatur eines PKWs in Verbindung stehen. Andere Bereiche in einem Autohaus stellen der Verkauf, der Servicebereich Nutzfahrzeuge und die kaufmännische Verwaltung dar. Der Servicebereich ist allerdings deshalb Untersuchungsbereich der Prozeßanalyse, da durch länger werdende oder wegfallende Serviceintervalle immer weniger Fahrzeuge zur Reparatur bzw. Inspektion kommen. Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren laut Prognose eines großen Automobilherstellers auch so fortsetzen. Um den Servicebereich im Angesicht dieses Zukunftsszenarios existenzfähig zu halten, wird dort die Analyse der Prozesse durchgeführt. Die Aufnahme des Serviceprozesses orientierte sich an der oben beschriebenen Vorgehensweise und wird in den folgende Abschnitten beschrieben.

5.1 Betrachtung des Untersuchungsbereichs

Der Untersuchungsbereich der Prozeßaufnahme stellte der Servicebereich PKW eines Autohauses dar. Im ersten Schritt wurde der Untersuchungsbereich in seiner Gänze betrachtet, um einen Überblick zu gewinnen. Dabei spielten hauptsächlich die räumlichen und personellen Gegebenheiten eine Rolle, d.h. es wurde der gesamte Bereich im Beisein eines Mitglieds der Geschäftsleitung erstmals besucht und besichtigt, um eine Orientierung zu erhalten, wo was zu finden ist, und um die betroffenen Mitarbeiter kennenzulernen.

5.2 Abfragen der Basisdaten von der Geschäftsleitung

In diesem Schritt wurden Daten, die den gesamten Untersuchungsbereich betreffen, abgefragt. Dies waren ein Organigramm des gesamten Unternehmens, um den in Schritt 1 gewonnenen Überblick zu vervollständigen, eine Übersicht über vorhandene EDV-Systeme, betriebswirtschaftliche Kennzahlen über den Servicebereich PKW und die vorhandenen Unterlagen zur DIN/ISO 9000-Zertifizierung.

5.3 Zerlegung in Teilbereiche

Nachdem die Basisdaten vorhanden sind, war das notwendige Wissen vorhanden, um den gesamten Servicebereich in sinnvolle Teilbereiche zu zerlegen. Die Zerlegung läßt sich am besten anhand einer Graphik darstellen.

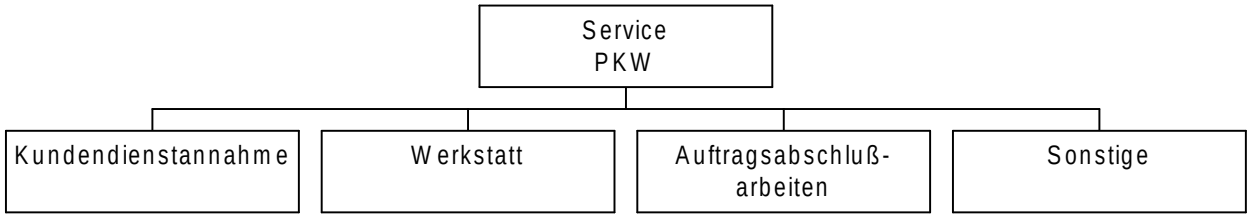


Abbildung 17: Zerlegung des Servicebereichs

Der Servicebereich PKW kann, wie in Abbildung 17 gezeigt, in die Bereiche Kundendienstannahme, Werkstatt, Auftragsabschlußarbeiten und Sonstige zerlegt werden.

Da dieser Zerlegungsgrad noch nicht ausreichend ist, werden die Bereiche weiter zerlegt. Die folgende Abbildung zeigt die Zerlegung der Kundendienstannahme.

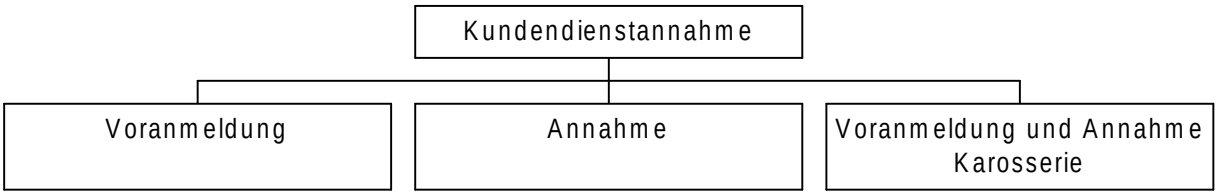


Abbildung 18: Zerlegung der Kundendienstannahme

Bei der Zerlegung des Bereichs Kundendienstannahme, wie sie in Abbildung 18 dargestellt wird, wurde festgestellt, daß eine strikte Trennung zwischen dem normalen Kundendienst und Karosseriearbeiten besteht. Diese Trennung wird auch in der Werkstatt sichtbar werden. Ansonsten läßt sich die Kundendienstannahme in die Voranmeldung und die eigentliche Annahme untergliedern.

Abbildung 19 stellt die Zerlegung des Werkstattbereichs dar.

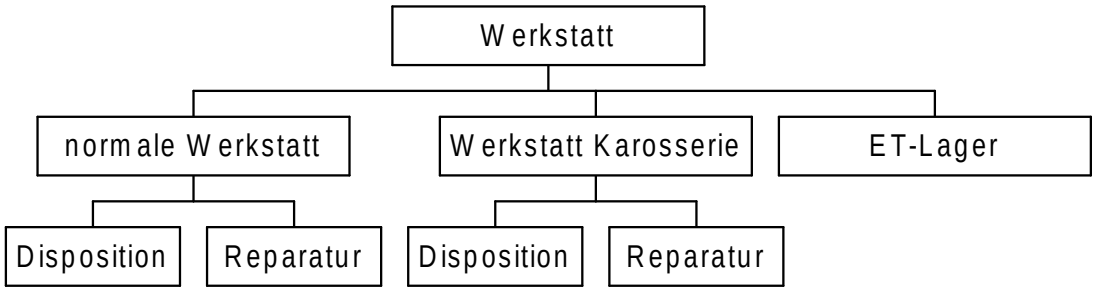


Abbildung 19: Zerlegung des Werkstattbereichs

Der Werkstattbereich kann in die zwei verschiedenen Werkstattbereiche und den Bereich Ersatzteil-Lager untergliedert werden. Die Werkstattbereiche können wiederum in Disposition und Reparatur zerlegt werden.

Abbildung 20 stellt die Zerlegung des Bereichs der Auftragsabschlußarbeiten dar.

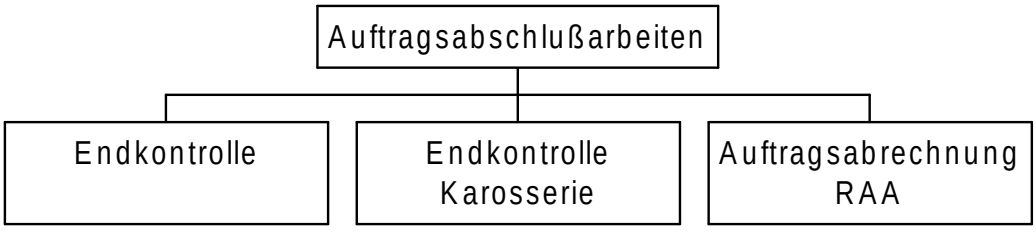


Abbildung 20: Zerlegung des Bereichs Auftragsabschlußarbeiten

Die Auftragsabschlußarbeiten setzen sich aus der Endkontrolle, der Endkontrolle Karosserie und der Auftragsabrechnung, RAA (Reparaturauftragsabrechnung) genannt, zusammen.

Der Bereich Sonstige umfaßt die Bereiche, die nicht unmittelbar Gegenstand der Untersuchung sind, aber Schnittstellen zu diesem aufweisen. Solche tangierenden Be-

reiche sind zum Beispiel der Gebraucht- und Neufahrzeugverkauf, deren Fahrzeuge in der Werkstatt aufbereitet werden.

Nachdem der Untersuchungsbereich wie oben beschrieben zerlegt wurde, kann mit der eigentlichen Prozeßaufnahme begonnen werden.

5.4 Aufnahme der Prozesse

Die Aufnahme der Prozesse erfolgte in den im vorigen Schritt identifizierten Teilbereichen. Die Teilbereiche wurden dabei im wesentlichen getrennt voneinander betrachtet. Um die Aufnahme zu unterstützen, wurden Formulare für die Erfassung von Aktivitäten, Einsatzmitteln und Abläufen entwickelt und eingesetzt. Diese Formulare (blanko) sind im Anhang enthalten (siehe auch Abbildung 14). Die ausgefüllten Formulare würden den Rahmen dieser Ausarbeitung sprengen. Eine Übersicht über die erfaßten Aktivitäten ist im Kapitel, das den abgebildeten Prozeß beschreibt, enthalten (Abbildung 23). Während der Prozeßaufnahme wurde auch eine Liste von Daten erstellt, die zur Abbildung noch fehlen. Die Ermittlung dieser Daten ist Gegenstand des nächsten Schritts.

5.5 Ermittlung von fehlenden Daten

Es wurde festgestellt, daß Daten, die zur Abbildung des Prozesses benötigt werden, im Unternehmen nicht bekannt sind. Ein Beispiel hierfür ist die Kundenfrequenz in der Annahme. Diese wurde in einem Zeitraum von zwei Wochen durch das Führen von Strichlisten ermittelt. Folgende Abbildung stellt das Ergebnis dar.

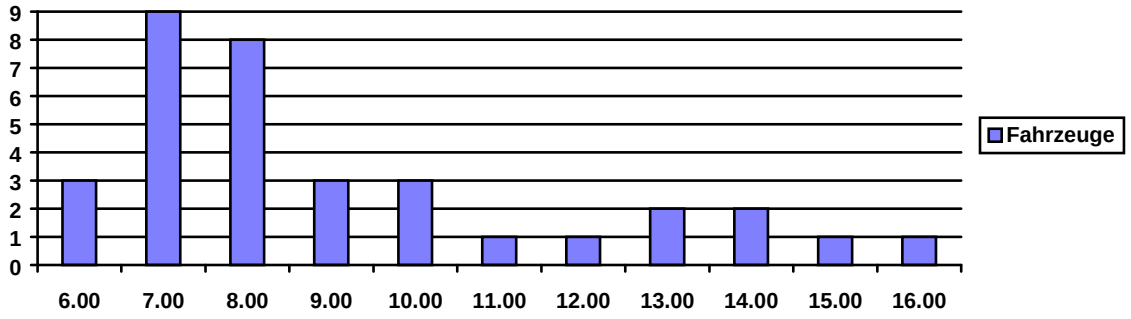


Abbildung 21: Zeitliche Verteilung der Fahrzeugeingänge

Desweiteren wurde auf diese Art und Weise ermittelt, wieviele Kunden sich telefonisch oder persönlich voranmelden, bei welchem Anteil der Aufträge Teile nicht im Lager verfügbar sind, wie groß der Anteil an Auftragserweiterungen ist und wie sich die Gesamtzahl der Aufträge auf verschiedene Auftragsarten verteilt.

5.6 Betrachtung der Schnittstellen

Der Betrachtung von Schnittstellen zwischen den identifizierten Teilbereichen gilt besonderes Interesse. So wurden hier die Schnittstellen zwischen Voranmeldung und Annahme und zwischen Annahme und Werkstatt besonders detailliert betrachtet, da es hier Probleme gab hinsichtlich der Auslastungs- und Kapazitätsplanung der Werkstatt. Desweiteren wurden in diesem Schritt Schnittstellen betrachtet, die in angrenzende Bereiche führten. So werden Neu- und Gebrauchtfahrzeuge normalerweise in der Werkstatt technisch und optisch aufbereitet. Im betrachteten Unternehmen steht dem Verkauf dafür allerdings eine eigene kleine Werkstatt zur Verfügung. Da der Verkauf nicht Bestandteil des Servicebereichs ist, wurde dieser Bereich zunächst nicht betrachtet.

5.7 Abbilden in Process Charter

Die so aufgenommenen Daten wurden dann in Process Charter übertragen. Für die Abbildung des Prozesses in Process Charter wurde eine Darstellung gewählt, die eine Zuordnung zwischen Aktivitäten und Einsatzmitteln erlaubt. Das Ergebnis der Modellierung ist in Abbildung 22 dargestellt (eine größere Abbildung ist im Anhang beigefügt).

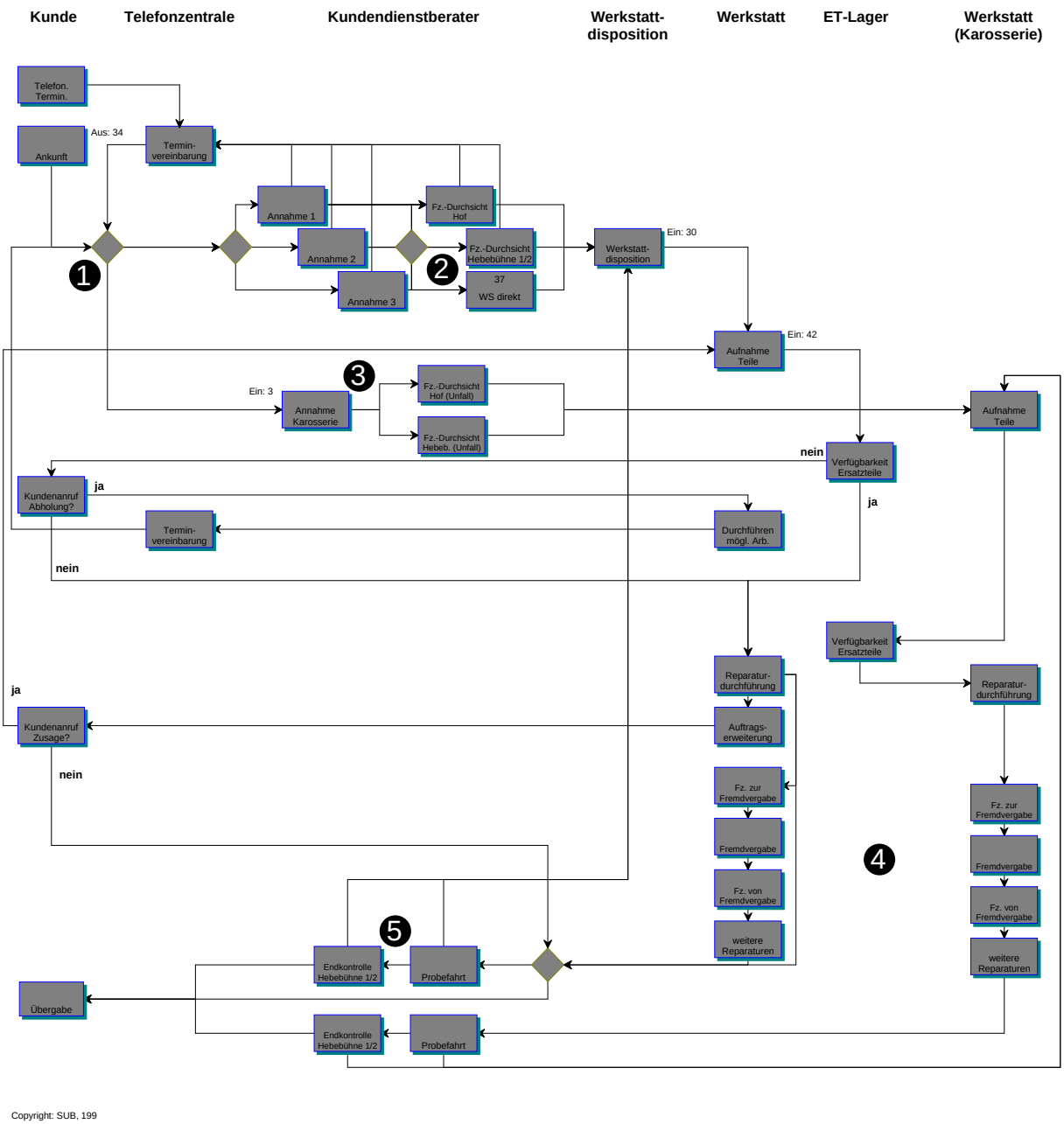


Abbildung 22: Der Serviceprozeß in der ersten Detaillierungsstufe

Abbildung 22 stellt den Serviceprozeß in dem betrachteten Autohaus dar. Der Serviceprozeß erstreckt sich von der Kundendienstannahme über die Werkstatt und das Teilelager (ET-Lager) bis zur Endkontrolle und Rechnungsschreibung. Der Prozeß in Abbildung 22 ist in Funktionsbereiche gegliedert. Es wird hier zwischen den Bereichen

Kunde, Telefonzentrale, Kundendienstannehmer, Werkstattdisposition, Werkstatt, ET-Lager und Werkstatt-Karosserie unterschieden. Im folgenden wird der Serviceprozeß in seinem Ablauf kurz beschrieben:

Ein Kunde kommt und wird bei (1) entweder zu einem normalen Kundendienstberater oder bei Unfällen und Karosserieschäden zum Kundendienstberater Karosserie (3) geleitet. Falls er zu einem normalen Kundendienstberater geleitet wird, wird derjenige der drei Berater ausgewählt, an dem die wenigsten Kunden warten (kürzeste Warteschlange). Dieser Kundendienstberater prüft nun, ob der Kunde einen Termin hat. Wenn ja werden die Fahrzeugdaten aufgenommen, ein Auftrag erstellt und das Fahrzeug eventuell einer Durchsicht (10% der Fahrzeuge) unterzogen (2). Wenn nein wird überprüft, ob in der Werkstatt freie Kapazitäten vorhanden sind. Falls keine Kapazitäten frei sind, so wird dem Kunden ein Termin gegeben, ansonsten wird wie oben beschrieben weiter verfahren. Anschließend verläßt der Kunde das Autohaus und dessen Fahrzeug kommt in die Werkstatt (4). Dort werden die Teile aufgenommen, die zur Reparatur benötigt werden. Hier besteht nun die Möglichkeit, daß nicht alle benötigten Teile am Lager sind. In diesem Fall muß der Kunde benachrichtigt werden. Ansonsten kann mit der Reparatur begonnen werden. Wird während der Reparatur festgestellt, daß am Fahrzeug mehr Schäden vorhanden sind, als auf dem Auftrag vermerkt sind (Auftragserweiterung), so muß die Zustimmung des Kunden eingeholt werden.
Es werden außerdem nicht alle Arbeiten im Autohaus selbst durchgeführt, sondern zum Beispiel Lackarbeiten werden extern vergeben (Fremdvergabe). Zum Abschluß wird eine Probefahrt und eine Endkontrolle auf der Hebebühne (5) durchgeführt, bevor das Fahrzeug dem Kunden wieder übergeben wird. Der Ablauf im Karosseriebereich gestaltet sich entsprechend.

Die folgende Tabelle stellt die den Aktivitäten des Prozesses aus Abbildung 22 hinterlegten Daten dar:

Nr	Akt Ident	Name	Priorität	Typ	Kalender	Zeit Option	Aktiv/Interva	Pfadwahl	Max Kopien	WSchlange
1	1	Ankunft	5	Startelemen	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	
2	2		5	Normal	Alle An	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
3	3		5	Normal	Alle An	Unterbreche	Ohne	Kürz WSchl	1	Unbegrenzt
4	4	Annahme 1	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
5	5	Annahme 2	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
6	6	Annahme 3	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
7	7	Annahme Karosserie	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
8	8	Fz.-Durchsicht Hof	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	3	Unbegrenzt
9	9	Fz.-Durchsicht Hebebühne 1/	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	2	Unbegrenzt
10	10	Fz.-Durchsicht Hof (Unfall)	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
11	11	Fz.-Durchsicht Hebeb. (Unfall	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
12	12	Werkstatt- disposition	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
13	13	Termin- vereinbarung	5	Normal	Normale Arb	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
14	14	Aufnahme Teile	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	11	Unbegrenzt
15	15	Verfügbarkeit Ersatzteile	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	3	Unbegrenzt
16	16	Kundenanruf Abholung?	5	Normal	Alle An	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
17	17	Reparatur- durchführung	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	11	Unbegrenzt
18	18	Termin- vereinbarung	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
19	19	Auftrags- erweiterung	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
20	20	Kundenanruf Zusage?	5	Normal	Normale Arb	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
21	21	Fz. zur Fremdvergabe	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
22	22	Fremdvergabe	5	Normal	Normale Arb	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
23	23	Fz. von Fremdvergabe	5	Normal	Normale Arb	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
24	24	Aufnahme Teile	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	4	Unbegrenzt
25	25	Verfügbarkeit Ersatzteile	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	3	Unbegrenzt
26	26	Reparatur- durchführung	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	4	Unbegrenzt
27	27	Durchführen mögl. Arb.	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	11	Unbegrenzt
28	28	Fz. zur Fremdvergabe	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
29	29	Fremdvergabe	5	Normal	Normale Arb	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
30	30	Fz. von Fremdvergabe	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
31	31	Probefahrt	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	3	Unbegrenzt
32	32	Endkontrolle Hebebühne 1/2	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	2	Unbegrenzt
33	33	Übergabe		Endelement						Unbegrenzt
34	34	Probefahrt	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	3	Unbegrenzt
35	35	Endkontrolle Hebebühne 1/2	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	2	Unbegrenzt
36	36		5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
37	37	WS direkt	5	Normal	Service	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	1	Unbegrenzt
38	38	weitere Reparaturen	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	4	Unbegrenzt
39	39	weitere Reparaturen	5	Normal	Werkstatt	Unterbreche	Ohne	Wahrschein	4	Unbegrenzt

Abbildung 23: Aktivitätenliste des Prozesses

Die Spalten stellen einige der oben genannten Einstellungsmöglichkeiten für Aktivitäten dar, die Zeilen enthalten die Einstellungen der jeweiligen Aktivitäten. Die folgende Tabelle zeigt die von den Aktivitäten / Pfaden verwendeten Einsatzmittel.

Nr	Name	Art	Typ	Bereich	Menge
2	Berater Unfall	Personal	Wiederverwendbar	Global	1
3	Monteur normal	Personal	Wiederverwendbar	Global	11
4	Monteur Unfall	Personal	Wiederverwendbar	Global	4
5	WS-Meister	Personal	Wiederverwendbar	Global	1
6	ET-Lager	Personal	Wiederverwendbar	Global	3
7	Hebebühne	Verschiedene	Wiederverwendbar	Global	2
8	Telefonzentrale	Personal	Wiederverwendbar	Global	1
9	Berater 1	Personal	Wiederverwendbar	Global	1
10	Berater 2	Personal	Wiederverwendbar	Global	1
11	Berater 3	Personal	Wiederverwendbar	Global	1
13	Azubis	Personal	Wiederverwendbar	Global	15

Abbildung 24: Die vom Prozeß verwendeten Einsatzmittel

Auch hier stellen die Spalten einige Optionen der Einsatzmittel dar und die Zeilen enthalten die Einstellungen für das jeweilige Einsatzmittel.

Der Prozeß wurde dann simuliert, d.h. im Startelement werden gemäß der zeitlichen Verteilung der Fahrzeugeingänge (s. Abbildung 21) Objekte generiert, die dann den Prozeß durchlaufen.

Da die Auswertungen des Prozesses den Rahmen der Ausarbeitung sprengen würden, wird hier nur eine Zusammenfassung der Auswertungen angegeben.

5.8 Auswertung des Prozesses

Als erstes wurde in der Simulation festgestellt, daß die Angaben der Mitarbeiter über die Dauer der von ihnen ausgeübten Tätigkeiten teilweise nicht der Realität entsprechen konnten, da zu wenige Fahrzeuge den simulierten Prozeß durchliefen. Diese Erkenntnis führte zu einer Kontrolle der angegebenen Werte im Autohaus und dann zur anschließenden Korrektur der Werte.

Das eigentliche Ziel der Auswertung des Prozesses ist es, Schwachstellen im Prozeß aufzudecken. Solche Schwachstellen können Engpässe, Mängel im Ablauf, aber auch fehlende Auslastungen von Einsatzmitteln sein. Die folgende Aufzählung stellt eine Zusammenfassung der Schwachstellen dar, die sich aus den Auswertungen der Prozeßkennzahlen ergaben.

1. Die durchschnittliche Auslastung eines Kundendienstberater im Verlauf eines Tages ist sehr unterschiedlich. Zwischen 7.00 Uhr und 9.00 Uhr ist er zu fast 100% ausgelastet, währenddessen die Auslastung von 9.00 Uhr bis 12.00 Uhr bis auf ca. 20% zurückgeht. Ab 12.00 Uhr nimmt die Auslastung wieder leicht zu, übersteigt jedoch nicht 60%.

2. Der Werkstattmeister ist nie zu mehr als 60% ausgelastet.

3. Die durchschnittliche Auslastung eines Monteurs übersteigt nicht 70%.

4. Bei 30% aller Fahrzeuge wird während der Reparatur festgestellt, daß benötigte Teile nicht am Lager sind. Dies bedeutet, daß Termine nicht eingehalten werden können und ein negativer Kundenkontakt stattfindet.

5. Während der Reparatur wird bei fast 40% aller Fahrzeuge eine Auftragserweiterung festgestellt, was einen negativen Kontakt zum Kunden impliziert.

6. Während der Probefahrt und der Endkontrolle werden nur bei ca. 1% der Fahrzeuge Mängel festgestellt.

Bei der Bewertung der Schwachstellen muß beachtet werden, daß nur die Aktivitäten zur Auswertung herangezogen werden, die im Prozeß erfaßt sind. Dies bedeutet am Beispiel des Werkstattmeisters, daß eine in der Simulation errechnete durchschnittliche Auslastung von <=60% nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmen muß, da der Werkstattmeister noch mit anderen, nicht erfaßten Aufgaben betraut sein kann. Dies hat unter anderem dazu geführt, daß der Prozeß verfeinert wurde, wobei jetzt schon gesagt werden kann, daß sich das Ergebnis dadurch nicht grundlegend verändert hat.

5.9 Maßnahmenkatalog zur Beseitigung der Schwachstellen

Die folgenden Maßnahmen zielen darauf ab, die oben genannten Schwachstellen zu beseitigen oder zu relativieren. Bei der einzelnen Maßnahme ist jeweils angegeben, auf welche Schwachstelle sie sich bezieht, wobei einzelne Maßnahmen wieder neue Schwachstellen generieren, die dann wiederum durch neue Maßnahmen ausgeglichen werden müssen.

1. Die Kundendienstberater führen in der Kundendienstannahme an fast jedem Fahrzeug eine Eingangskontrolle auf der Hebebühne durch. Dadurch wird die Auslastung der Kundendienstberater erhöht und die Zahl der Auftragserweiterungen in der Werkstatt um ca. 60% gesenkt.

2. Schon während der Kundendienstannahme erfolgt eine Aufnahme der benötigten Teile, eine Bestandsüberprüfung und ggf. die Bestellung der fehlenden Teile. Dadurch wird die Rate der Teile, die während der Reparatur als fehlend festgestellt werden, enorm gesenkt.

3. Durch die erweiterte Auftragsannahme (Maßnahme 1 und 2), die durch die Kundendienstberater durchgeführt wird, sind die Kundendienstberater zwischen 7.00 Uhr und 9.00 Uhr überlastet. Deshalb wird versucht, die Kundenfrequenz gezielt zu steuern, d.h. der morgendliche Ansturm wird entweder, so weit möglich, über den gesamten Tag verteilt oder es wird dem Kunden die Möglichkeit geboten, schon zum Zeitpunkt der Terminvergabe die Eingangskontrolle und Auftragsschreibung vorzunehmen, damit bei Fahrzeugabgabe keine Arbeiten seitens der Kundendienstberater mehr notwendig sind.

4. In der Werkstatt wird eine teamorientierte Organisationsform eingeführt. Dabei werden Teams von 3-4 Monteuren gebildet, die durch Teamleiter (die Kundendienstberater) gesteuert werden. Die Teamleiter / Kundendienstberater sind dabei für die Auslastung, Steuerung und Überwachung ihrer Teams verantwortlich.

5. Die Funktion des Werkstattmeisters kann durch Maßnahme 4 entfallen. Eventuell kann der jetzige Werkstattmeister die Funktion eines zusätzlichen Teamleiters übernehmen.

6. In der Werkstatt ist ein Monteur zu entlassen, um die Rentabilität aufrecht zu erhalten.

7. Die Endkontrolle/Probefahrt wird nur noch stichprobenartig durchgeführt. Diese Maßnahme setzt zusätzliche Kapazitäten bei den Kundendienstberatern frei, die zur Bewältigung der neuen Aufgaben benötigt werden. Die Einhaltung von Qualitätsstandard muß während der Reparatur durch den Monteur sichergestellt werden.

Diese 7 Maßnahmen stellen die Oberbegriffe für viele Teilmaßnahmen dar. Diese Teilmaßnahmen müssen im Rahmen eines Umsetzungsplans erstellt und mit Terminen/Verantwortlichkeiten hinterlegt werden. Der Umsetzungsplan ist jedoch nicht Inhalt dieser Arbeit. Bei der Generierung von Teilmaßnahmen ist ebenfalls festgestellt worden, daß der Detaillierungsgrad dieses Prozesses dafür nicht ausreichend ist.

Bevor jedoch der Prozeß verfeinert wurde, sind die obigen Maßnahmen mit teilweise geschätzten Auswirkungen im Prozeß umgesetzt worden, um die Auswirkungen der Maßnahmen auf den Gesamtprozeß zu simulieren.

5.10 Überprüfung der Maßnahmen

Zur Überprüfung der Maßnahmen wurden sie im Prozeß sozusagen virtuell umgesetzt, d.h. der Prozeß wurde so verändert, als ob die Maßnahmen in Realität umgesetzt worden wären. Die Veränderung des Prozesses geschah unter der Annahme, daß jede Maßnahme erfolgreich umgesetzt wurde.

Die folgende Abbildung stellt den veränderten Prozeß dar.

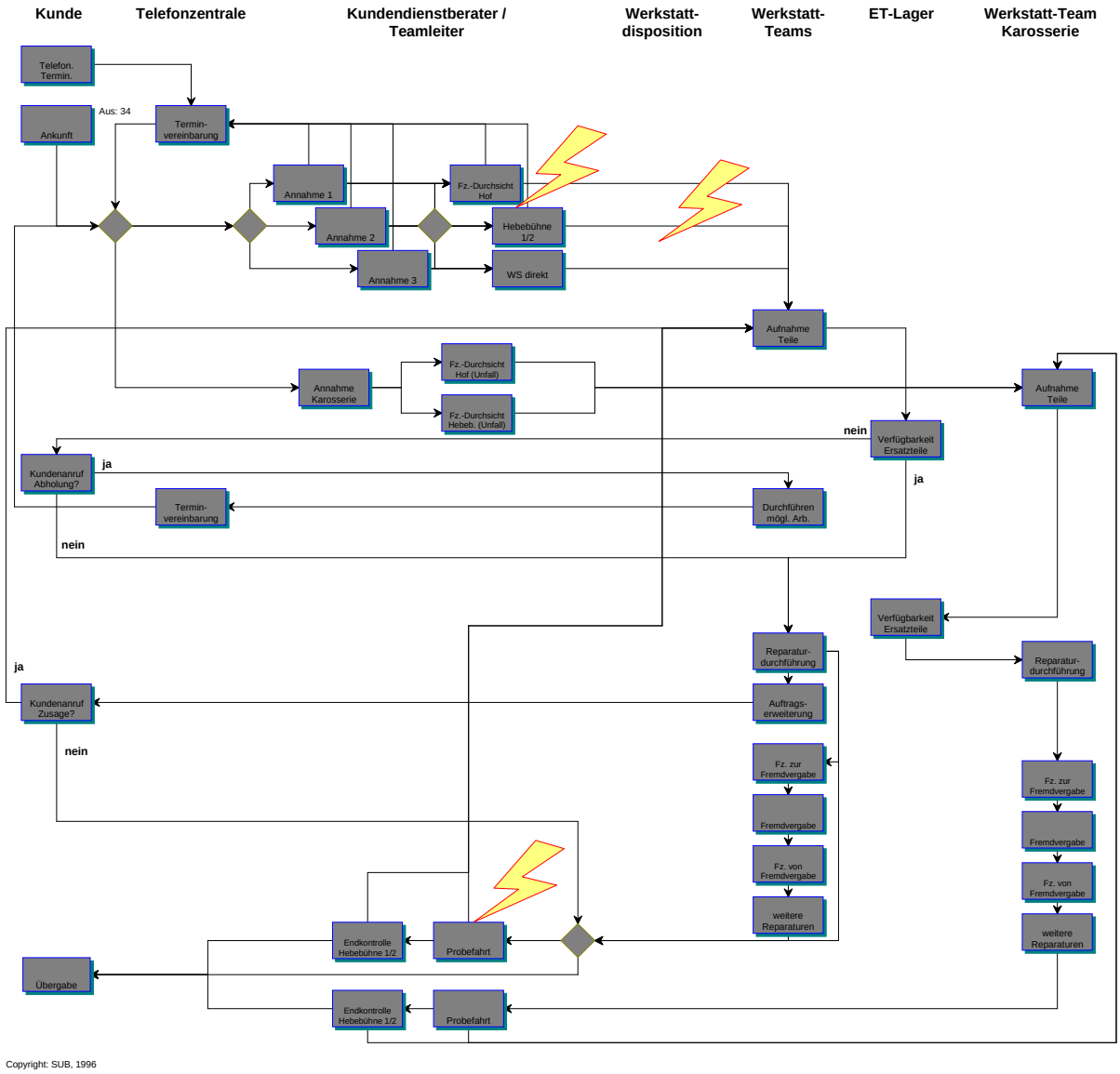


Abbildung 25: Der „optimierte“ Prozeß

Die Pfeile in Abbildung 25 kennzeichnen die Veränderungen gegenüber dem ursprünglichen Prozeß. So wurde der Prozentsatz der Fahrzeuge, die einer Eingangskontrolle unterzogen werden, auf 90% erhöht. Die Kundendienstberater übernehmen

die Funktion des Werkstattmeisters (teamorientierte Werkstattorganisation) und disponieren benötigte Teile schon während der Annahme. Dadurch kann der Werkstattmeister komplett entfallen. Der Prozentsatz der Fahrzeuge, bei denen nach der Reparatur eine Endkontrolle / Probefahrt durchgeführt wird, wird auf 10% gesenkt.

Der Prozeß wurde anschließend simuliert. Nach der Simulation konnten keine negativen Effekte der Umsetzung beobachtet werden. Nur wenige Kunden mußten vor der Annahme kurze Zeit länger warten als vor der Umsetzung. Der Fahrzeugdurchsatz konnte wie erwartet gesteigert werden und die negativen Kundenkontakte wegen Auftragserweiterungen oder fehlender Teile konnten um 50% gesenkt werden. Die Auslastung der Kundendienstberater ist jetzt mit der des Karosserie-Kundendienstberaters vergleichbar. Die Auslastung der Monteure konnte durch Freisetzung eines Mitarbeiters in der Werkstatt ebenfalls gesteigert werden, ohne daß negative Effekte wie Engpässe auftraten.

Es ist jedoch eindeutig in Frage zu stellen, ob die Aussagekraft dieser Bewertung und Analyse bei der geringen Anzahl betrachteter Aktivitäten realistisch ist. Es ist ohne weiteres möglich, daß ungewollte Seiteneffekte auf Aktivitäten auftreten können, die hier nicht erfaßt sind. Außerdem ist zur Umsetzungsplanung einer Maßnahme eine genauere Betrachtung notwendig, da bei der Umsetzungsplanung Teilschritte auf Basis von Aktivitäten generiert werden, der jetzige Detaillierungsgrad dafür aber nicht ausreichend ist. Aus diesen Gründen wurde beschlossen, den Prozeß in einer zweiten Stufe zu verfeinern.

5.11 Detaillierung des Prozesses

Für die Verfeinerung des Prozesses wurde noch einmal mit der Aufnahme von Prozeßdaten begonnen. Dabei wurde mit Schritt 3 der Vorgehensweise begonnen, d.h. die Teilbereiche wurden feiner untergliedert und die Aufnahme der Prozesse detaillierter durchgeführt. Es wurde festgestellt, daß eine Darstellung, wie sie in den „kleinen“ Prozessen gewählt wurde, hier nicht durchführbar ist, d.h. die Gliederung in Funktionen (Hosteß, Kundendienstannahme, ...) konnte nicht aufrecht erhalten werden. Abbildung 26 zeigt den modellierten verfeinerten Prozeß (ein DIN A2- Ausdruck ist im Anhang enthalten).

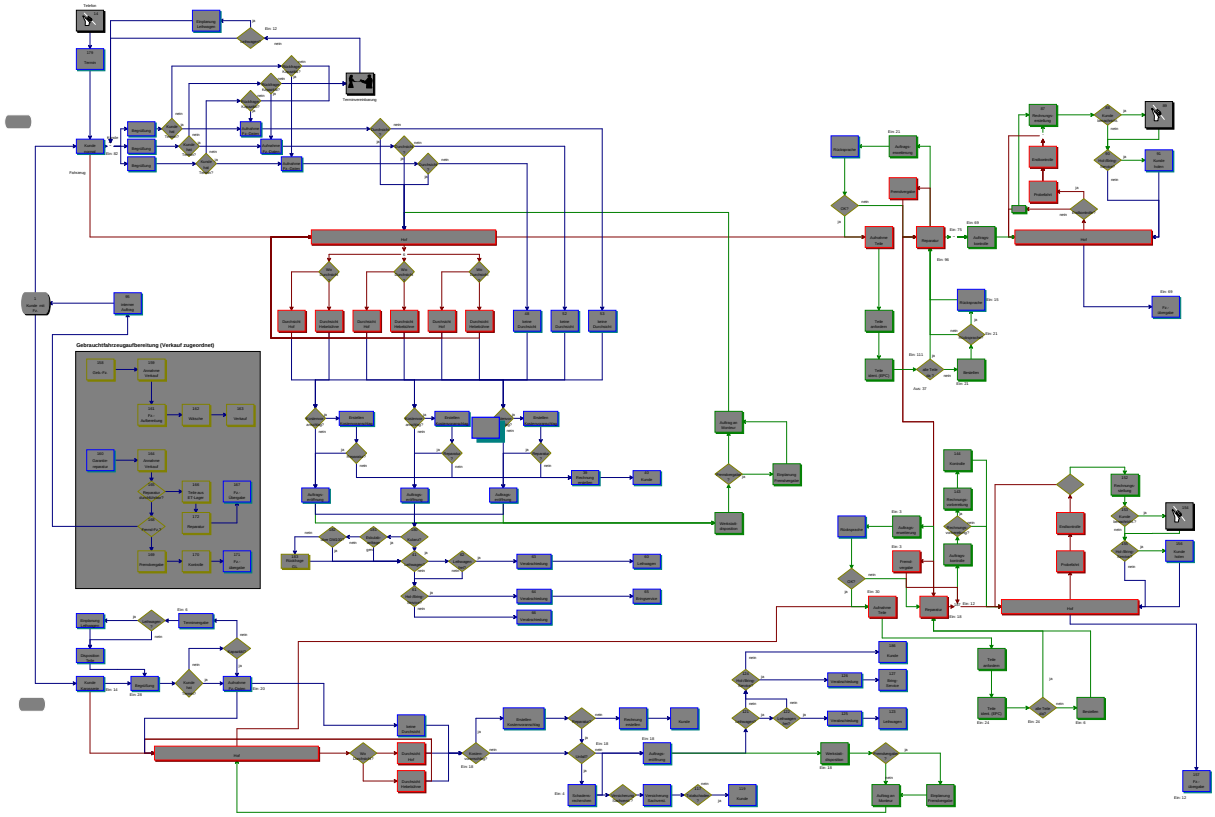


Abbildung 26: Der Serviceprozeß in der zweiten Detaillierungsstufe

Der detaillierte Prozeß umfaßt fast 200 Aktivitäten. Auf eine tabellarische Darstellung der Aktivitäten wird deshalb verzichtet. Die Simulation des Prozesses erbrachte jedoch im Vergleich zum ersten Prozeß keine neuen Erkenntnisse hinsichtlich Schwachstellen. Die oben generierten Maßnahmen behielten also ihre Gültigkeit, es kamen auch keine neuen Maßnahmen hinzu. Die „virtuelle“ Umsetzung der obigen Maßnahmen im detaillierten Prozeß erbrachte wiederum keine neuen Erkenntnisse, weshalb auf dessen Abbildung hier verzichtet wurde.

Der detaillierte Prozeß wurde allerdings benötigt, um einen Umsetzungsplan für obige Maßnahmen zu erstellen. Außerdem konnte anhand des Prozesses der Geschäftsleitung des Unternehmens strukturiert dargelegt werden, weshalb es an den beschriebenen Stellen Probleme gab und wie sich die generierten Maßnahmen auswirken.

5.12 Zusammenfassung

Die Prozeßsimulation, wie sie hier beschrieben wurde, stellt für eine Unternehmensberatung ein gutes Analyseinstrument dar. Durch die strukturierte Vorgehensweise bei der Prozeßaufnahme gelingt es viele Schwachpunkte und Probleme in einem Unternehmen schon in einer frühen Phase zu entdecken. Mit der eigentlichen Simulation können die entdeckten Schwachpunkte überprüft werden, außerdem können andere, die nicht ohne weiteres ersichtlich sind, durch die Simulation aufgedeckt werden. Der große Vorteil, den die Prozeßmodellierung bietet, ist eine visuelle Darstellung der Abläufe in einem Unternehmen. Anhand dieser Darstellung kann die Präsentation der Schwachstellen und Maßnahmen vor der Geschäftsleitung sehr viel anschaulicher gestaltet werden. Die Maßnahmen können zur Risiko- und Potentialabschätzung im Prozeß virtuell umgesetzt und simuliert werden. Dies erhöht die Entscheidungssicher-

heit und die Akzeptanz sowohl bei den betroffenen Mitarbeitern als auch bei der Geschäftsleitung.

Da Process Charter nicht das einzigste Prozeßsimulations- und -modellierungssystem darstellt, soll im Rahmen der Studienarbeit ein Kriterienkatalog erarbeitet werden, mit dessen Hilfe Process Charter und vergleichbare Systeme bewertet werden können. Diese Bewertung soll als Hilfestellung dienen, um eine eventuelle Auswahl eines den Anforderungen entsprechenden Systems zu unterstützen.

6 Vergleichende Bewertung von Softwaresystemen

In diesem Kapitel wird ein Kriterienkatalog erarbeitet und vorgestellt, mit dessen Hilfe Softwaresysteme verglichen und bewertet werden können. Da die Bewertung nicht ausschließlich innerhalb bestimmter Anwendungsgebiete anwendbar und vergleichbar sein soll, ist die Bewertung in einen allgemeinen Teil und einen applikationsspezifischen Teil aufgeteilt. Der allgemeine Teil ist theoretisch auf jede Art von Software anwendbar, der applikationsspezifische Teil variiert je nach Anwendungsgebiet der Software. Der applikationsspezifische Teil wird im Rahmen der Studienarbeit für die Bewertung von Prozeßmodellierungs- und -simulationssystemen entwickelt. Die Erarbeitung eines Kriterienkatalogs ist Inhalt der Studienarbeit, da außer Process Charter noch andere Prozeßmodellierungs- und -simulationssysteme existieren. Ziel des Fragebogens ist die Unterstützung bei der Abwägung zwischen Kosten und Nutzen des betrachteten Systems. Zum Abschluß dieses Kapitels wird dann Process Charter anhand des Kriterienkatalogs exemplarisch bewertet.

6.1 Kriterienkatalog zur Bewertung von Software

Um verschiedene Softwaresysteme bewerten und vergleichen zu können, wird im Rahmen dieses Kapitels ein Kriterienkatalog vorgestellt. Der Kriterienkatalog gliedert sich in einen anwendungsneutralen und einen anwendungsspezifischen Teil. Diese Trennung ist nötig, um auch Softwaresysteme verschiedener Anwendungsrichtungen bezüglich allgemeiner Kriterien vergleichen zu können. Die hier vorgestellten Kriterien stellen die Basis für einen Fragebogen dar, mit dessen Hilfe die eigentliche Bewertung vollzogen wird. Da im Fragebogen auf eine Beschreibung der Kriterien verzichtet wird, stellt die nachfolgende Aufzählung auch eine Anleitung für die Durchführung der Bewertung der jeweiligen Kriterien dar. Um eine Zuordnung der Kriterien zu gewährleisten, sind alle Kriterien numeriert. Läßt man von der Kapitelnumerierung die ersten zwei Stellen weg und setzt die Nummer des jeweiligen Kriteriums ans Ende, so erhält man die Nummer des Kriteriums im Fragebogen bzw. in der Gewichtungstabelle.

6.1.1 Anwendungsneutraler Teil

Im anwendungsneutralen Teil werden Kriterien beschrieben, die zur Bewertung von jedem Softwaresystem herangezogen werden können. Themen des anwendungsneutralen Teils sind allgemeine Daten des Systems, Systemvoraussetzungen, die Installationsroutine, die Anwendungsfreundlichkeit, der Funktionsumfang, die Leistungsfähigkeit und die Hilfeunterstützung.

6.1.1.1 Allgemeine Daten

Die allgemeinen Daten stellen zum einen eine Information über das Softwaresystem dar, zum anderen fließen sie wie zum Beispiel der Preis auch in die Bewertung mit ein.

1. Name

Wie lautet der exakte Name des betrachteten Systems?

2. Version

Welche Version des Systems wurde betrachtet?

3. Hersteller

Wie lautet der Name des Herstellers?

4. Preis

Wieviel kostet das System im Endverbraucherpreis?

5. Lieferung

Erfolgt die Lieferung auf Disketten oder auf CD-ROM? Aus wieviel Disketten oder CD-ROMs besteht die Lieferung?

6. Sprache

In welcher Sprache sind Menüpunkte und Dialoge verfaßt?

7. Zeitpunkt der Markteinführung

Wielange ist das System schon auf dem Markt verfügbar?

8. Zahl der Installationen

Wieviel Installation des Systems in Deutschland sind bekannt?

6.1.1.2 Systemvoraussetzungen

Nach den allgemeinen Daten beschreibt dieser Absatz die Voraussetzungen, die das System an die Rechnerausstattung hat.

1. Prozessor

Welchen Prozessor benötigt das System mindestens, um lauffähig zu sein und welcher Prozessor wird für das System empfohlen (laut Herstellerangaben)?

2. Taktfrequenz

Welche Taktfrequenz des Prozessors ist zur Ausführung des Systems empfohlen?

3. Arbeitsspeicher

Wieviel Megabytes Arbeitsspeicher sind zur Ausführung nötig bzw. empfohlen?

4. Speicherbedarf auf Festplatte

Wieviel Megabytes auf der Festplatte werden durch eine Installation belegt?

5. Betriebssystem

Unter welchen Betriebssystemen ist das System lauffähig?

6. sonst.

Gibt es sonstige Hard- oder Softwarevoraussetzungen, wie Soundkarte, Modem, ...?

6.1.1.3 Installation

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der Begleitung während der Installation.

1. Installationsprogramm

Gibt es ein Installationsprogramm, das die Installation durchführt und begleitet?

2. Anpassbarkeit

Ist es möglich, das Zielverzeichnis und evtl. den Installationsumfang zu wählen?

3. Möglichkeit zur Deinstallation

Kann das System automatisch deinstalliert werden?

6.1.1.4 Anwendungsfreundlichkeit

Dieser Abschnitt beschreibt die Anwendungsfreundlichkeit des Systems. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Gestaltung der Systemoberfläche.

1. Übersichtlichkeit

Ist die Gestaltung der Systemoberfläche übersichtlich? Sind die Prinzipien der direkten Manipulation eingehalten? Ist der Aufbau der Dialoge einheitlich?

2. Multiple Document Interface

Ist es möglich mehrere Dokumente gleichzeitig geöffnet zu haben?

3. Verständlichkeit

Sind Menüpunkte und Dialoge verständlich und selbsterklärend (sprechende Bezeichnungen)?

4. Buttons

Gibt es Buttons (Schaltflächen) zur schnelleren Erreichbarkeit von Systemfunktionen?

5. Tastenkombinationen

Gibt es Tastenkombinationen (z.B. <STRG> + <V>) zur schnelleren Erreichbarkeit von Systemfunktionen?

6. Unterstützung der rechten Maustaste

Ist die rechte Maustaste mit einem kontextsensitiven Menü belegt?

7. Undo-Möglichkeit

Gibt es eine Möglichkeit, durchgeführte Aktionen rückgängig zu machen?

6.1.1.5 Funktionsumfang

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit dem Funktionsumfang des Systems, sofern sich dieser auf allgemeine Funktionen bezieht.

1. Import

Ist ein Import aus Standardformaten möglich? Die Frage, welche Formate Standardformate im Sinne der betrachteten Anwendung darstellen, ist im Vorfeld zu klären.

2. Export

Ist ein Export in Standardformate möglich? Siehe auch Import.

3. Zwischenablage

Wird die Zwischenablage von Windows oder ein ähnliches Konzept zum Datenaustausch unterstützt?

4. Erweiterbarkeit

Kann das System durch selbst geschriebene Funktionen erweitert werden?

5. Verwendung in Netzwerkumgebung

Unterstützt das System die Verwendung in einer Netzwerkumgebung?

6. Mehrbenutzerbetrieb

Können mehrere Benutzer gleichzeitig auf ein Dokument des Systems zugreifen?

7. Versionenverwaltung

Beinhaltet das System eine automatische Versionenverwaltung?

6.1.1.6 Leistung

In diesem Abschnitt wird versucht, die Leistungsfähigkeit der verwendeten Algorithmen zu ermitteln. Referenzgerät für die folgenden Messungen ist ein Pentium 100 mit 16 MB RAM, 2 MB-Grafikkarte und Windows95.

1. Dauer des Programmstarts

Wieviel Sekunden benötigt das System vom eigentlichen Starten (Doppelklick oder Tastatureingabe) bis zur Eingabebereitschaft (das System ist gestartet und wartet auf Dateneingabe)?

2. Leistungsfähigkeit der verwendeten Algorithmen

Um die Leistungsfähigkeit der verwendeten Algorithmen zu ermitteln, wird eine „Standarddatei“ generiert, die auf der Festplatte Speicherplatz von ca. 10 Kilobytes benötigt. Mit dieser Datei werden dann Standardfunktionen ausgeführt und die Dauer der Ausführung gemessen. Pro ausgeführter Standardfunktion wird ein Diagramm angelegt mit der Dateigröße in x-Richtung und der Ausführungsdauer in y-Richtung. Die y-Achse wird dabei logarithmisch skaliert. Die Messungen werden in die entsprechenden Diagramme eingetragen. Anschließend wird eine neue Datei generiert, die auf der ersten Datei aufbaut. Die neue Datei soll ca. 100 Kilobytes Speicherplatz auf der Festplatte benötigen. Die obigen Messungen werden mit dieser Datei ebenfalls durchgeführt und die Ergebnisse in die Diagramme eingetragen. Zum Abschluß wird noch eine dritte Datei mit ca. 1000 Kilobytes benötigtem Plattenplatz generiert und obige Schritte wiederholt. Ein Diagramm wird beispielhaft in folgender Abbildung dargestellt.

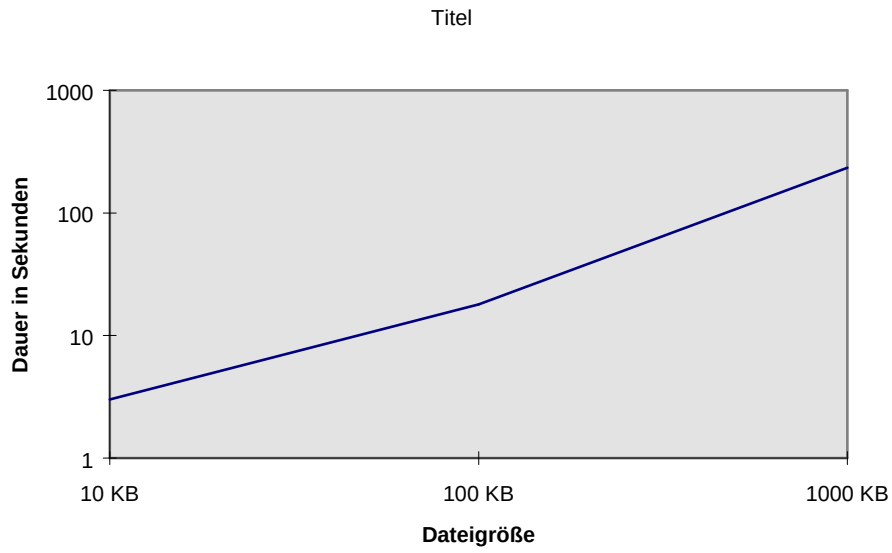


Abbildung 27: Ausführungsdauer einer Funktion

Durch die Steigung der Kurve im Diagramm lassen sich Rückschlüsse ziehen über die Leistungsfähigkeit der Algorithmen in Abhängigkeit der Dateigröße. Eine flacher ansteigende Kurve zeugt dabei von höherer Qualität der Algorithmen bzw. von niedrigerer Datenkomplexität.

3. Anzahl Abstürze

Wie oft ist das System bei den oben beschriebenen Messungen abgestürzt?

6.1.1.7 Hilfeunterstützung

In diesem Abschnitt wird die Hilfeunterstützung des betrachteten Systems behandelt. Dazu zählt sowohl die Online-Hilfe als auch die Dokumentation und die Unterstützung durch den Hersteller.

1. Hilfe

Existiert eine Online-Hilfe?

2. Kontextsensitive Hilfe

Gibt es eine kontextsensitive Hilfe?

3. Index

Ist in der Online-Hilfe eine Index- oder Suchfunktion enthalten?

4. Sprache der Online-Hilfe

In welcher Sprache sind die Hilfetexte verfaßt?

5. Verständlichkeit der Online-Hilfe

Sind die Hilfetexte verständlich geschrieben?

6. Beispiele in Online-Hilfe

Sind die Hilfetexte durch Beispiele illustriert?

7. Dokumentation

Gibt es eine gedrucktes Dokumentation zu diesem System?

8. Sprache der Dokumentation

In welcher Sprache ist die Dokumentation verfaßt?

9. Inhaltsverzeichnis

Ist in der Dokumentation ein Inhaltsverzeichnis vorhanden?

10. Index

Ist in der Dokumentation ein Index oder Register enthalten?

11. Verständlichkeit der Dokumentation

Sind die Texte in der Dokumentation verständlich geschrieben?

12. Übersichtlichkeit der Dokumentation

Ist die Dokumentation übersichtlich, d.h. klar strukturiert?

13. Seitenzahl

Wieviel Seiten umfaßt die gedruckte Dokumentation?

14. Abbildungen

Enthalten mehr als 10% aller Seiten Abbildungen?

15. Beispiele

Werden die Texte in der Dokumentation durch Beispiele erläutert?

16. Support-Telefon

Gibt es ein Support-Telefon zur persönlichen Unterstützung?

17. Internet/CompuServe

Ist der Hersteller über Online-Dienste zur Klärung von Problemen erreichbar?

Die bisher beschriebenen Kriterien sind von bestimmten Anwendungsgebieten unabhängig, sondern beziehen sich lediglich auf die allgemeine Funktionalität des Systems. Der folgende Teil geht auf anwendungsspezifische Besonderheiten des Systems ein. Im Rahmen der Studienarbeit wird die Prozeßmodellierung und -simulation betrachtet. Sollen andere Systeme wie Textverarbeitungen, ... bewertet werden, so muß der anwendungsspezifische Teil an die jeweiligen Gegebenheiten angepaßt werden.

6.1.2 Anwendungsspezifischer Teil

Der anwendungsspezifische Teil des Kriterienkatalogs ist auf Softwaresysteme bestimmter Anwendungsrichtungen abgestimmt. Im Rahmen der Studienarbeit stellt die Prozeßmodellierung und -simulation die betrachtete Anwendungsrichtung dar. Der auf Prozeßmodellierungs- und -simulationssysteme zugeschnittene Teil des Kriterienkatalogs wird in die Punkte Prozeßmodellierung, Prozeßsimulation und Prozeßanalyse untergliedert.

6.1.2.1 Prozeßmodellierung

Die Prozeßmodellierung umfaßt das Zeichnen des Prozeß. Die folgenden Kriterien beschäftigen sich mit der Unterstützung beim Prozeßdesign und den dafür zur Verfügung stehenden Möglichkeiten.

1. Unterstützung bei der Erfassung

Wird der Anwender bei der Erfassung der Prozesse zum Beispiel durch automatisch generierte Formulare unterstützt?

2. Vorlagenkatalog

Existiert ein Vorlagenkatalog zum Zeichnen eines Prozeß? Ein Vorlagenkatalog enthält zum Beispiel die Prozeßobjekte, wie sie in der DIN/ISO9000 vom Aussehen her definiert sind.

3. Gestaltung der Prozeßobjekte

Sind Prozeßobjekte in ihrer Form und Größe frei definierbar?

4. Anordnung der Objekte

Können Objekte beliebig auf der Arbeitsfläche plaziert werden?

5. Raster

Gibt es zur Unterstützung bei der Positionierung von Objekten ein Raster?

6. Hilfslinien

Gibt es zur Unterstützung der Positionierung von Objekten die Möglichkeit, Hilfslinien zu generieren?

7. Gruppierung von Prozeßobjekten

Können mehrere Prozeßobjekte zu einer Einheit zusammengefaßt werden?

8. Ausrichten der Objekte

Können mehrere Objekte auf der Arbeitsfläche in ihrer Position automatisch ausgerichtet werden?

9. Hintergrund (Vorlage)

Kann der Hintergrund der Arbeitsfläche so erstellt werden, daß er auf jeder Seite im Ausdruck gleich enthalten ist (als Vorlage)?

10. Größe der Arbeitsfläche

Ist die Größe der Arbeitsfläche limitiert?

11. Hierarchie

Kann ein Prozeß hierarchisch aus Unterprozessen aufgebaut werden?

12. Maximale Anzahl von Objekten

Gibt es eine maximale Anzahl von zulässigen Objekten?

13. Darstellungsform

Wie wird ein Prozeß dargestellt? 2D, 3D

6.1.2.2 Prozeßsimulation

Die folgenden Kriterien versuchen eine Bewertung des dem System zugrunde liegenden Prozeßmodells.

1. Prozeßprimitiva

Sind Aktivitäten/Tätigkeiten, Pfade zwischen Aktivitäten/Tätigkeiten und dahinter stehende Einsatzmittel/Ressourcen als Prozeßprimitiva vorhanden oder mit den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten modellierbar?

2. Zeitmodell

Kann ein Tagesablauf in einem Unternehmen mit dem Zeitmodell des Systems simuliert werden?

3. Objekte

Sind mehrere unterschiedliche Objektarten, deren Instanzen den Prozeß durchlaufen möglich (z.B. Auftrag und Rechnung)?

4. Generierung von Objekten im Startelement

Welche Möglichkeiten zur Generierung von Objekten im Startelement gibt es?

5. Generierung von Objekten im Prozeß

Können Objekte während des Prozeßdurchlaufs generiert werden (nicht im Startelement)?

6. Modellierung von Personal/Mitarbeiter

Können Mitarbeiter als von Aktivitäten benötigte Ressourcen modelliert werden?

7. Arbeitszeiten/Kalender

Können Arbeitszeiten von Mitarbeitern und Kalender hinterlegt werden?

8. Möglichkeiten zur Pfadwahl

Welche Möglichkeiten gibt es, wenn von einer Aktivität mehrere Pfade ausgehen, einen auszuwählen (Wahrscheinlichkeiten, kürzeste Warteschlange, ...)?

9. Kennzeichnung

Können durch den Prozeß fließende Objekte explizit gekennzeichnet werden (z.B. mit zugeordneten Mitarbeitern oder schon durchlaufenen Prozeßteilen)?

10. Prozeßkostenrechnung

Sind den Prozeßprimitiva Kosten zuweisbar und kann damit eine Prozeßkostenrechnung durchgeführt werden?

11. Datenbank

Werden definierte Prozeßprimitiva zur späteren Verwendung in einer Datenbank gespeichert?

6.1.2.3 Prozeßanalyse

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Analysefähigkeiten des betrachteten Systems.

1. Zeitabhängige Analyse

Sind Auswertungen über die Zeit möglich (dynamische Betrachtung) oder nur reine Zeitpunktbetrachtungen (statisch)?

2. Auswertungen über einen längeren Zeitraum

Sind Auswertungen über mehrere Tage möglich?

3. Analyse von Objekten

Können Objekte hinsichtlich ihrer Wartezeiten, Durchlaufzeiten, ... analysiert werden?

4. Analyse von Einsatzmitteln

Können Einsatzmittel hinsichtlich ihrer Auslastung, ... analysiert werden?

5. Deltaermittlung

Können die Unterschiede in den Ergebnissen verschiedener Versionen eines Prozesses automatisch ermittelt werden?

6. Graphische Darstellung

Ist eine graphische Darstellung der Analysen im System möglich?

7. Export

Ist der Export von Auswertungen in Standardformate möglich?

8. Definition von Auswertungen

Können Auswertungen/Analysen aufbauend auf den Prozeßdaten selbst geschrieben werden?

Die hier beschriebenen Kriterien werden im folgenden in einen Fragebogen integriert, mit dessen Hilfe dann die Bewertung der Systeme erfolgen kann. Die Beschreibung der Kriterien bzw. eine Anleitung zur Ermittlung von Werten erfolgt allerdings nicht im Fragebogen, sondern kann im Rahmen dieses Abschnitts nachgelesen werden. Eine eindeutige Zuordnung zwischen den Kriterien im Fragebogen und den hier beschriebenen Kriterien kann über den Oberbegriff und die Nummer des Kriteriums erfolgen.

6.2 Bewertungsfragebogen und Bewertung von Process Charter

Der Fragebogen zur Bewertung von Prozeßmodellierungs- und -simulationssystemen gliedert sich entsprechend der Beschreibung der Kriterien in einen anwendungsneutralen und einen anwendungsspezifischen Teil. Eine genaue Beschreibung der Kriterien erfolgt im Fragebogen nicht, sondern kann in Abschnitt 6.1 nachgelesen werden. Eine eindeutige Zuordnung zwischen den Kriterien im Fragebogen und den Kriterien, wie sie in Abschnitt 6.1 beschrieben sind, kann über den Oberbegriff und die Nummer des Kriteriums erfolgen. Wo eine Ja/Nein-Antwort erwartet wird (und keine Frage formuliert ist), ist die Existenz der jeweiligen Funktion im System Gegenstand der Betrachtung. Wird zu einem Kriterium weitere Information benötigt, so kann diese im Abschnitt 6.1 gefunden werden.

Um den Fragebogen nicht zweimal in der Studienarbeit abdrucken zu müssen, ist im folgenden Fragebogen die Bewertung von Process Charter enthalten.

1. Anwendungsneutraler Teil

1.1 Allgemeine Daten

1. Name des Systems _____

2. Versionsnummer _____

3. Name der Herstellers _____

4. Preis (Endverbraucherpreis inkl. MwSt.) _____ DM

5. Lieferung auf _____ Diskette(n)

   _____ CD-ROM(s)

6. Sprache Deutsch ❑

Englisch ❑

Sonstige ❑

7. Zeitpunkt der Markteinführung _____

8. Zahl der Installationen _____ Inst.

1.2 Systemvoraussetzungen

1. Prozessor _____ (mind.)

_____ (empf.)

2. Taktfrequenz _____ MHz

3. Arbeitsspeicher _____ MB (mindestens)

_____ MB (empfohlen)

4. Speicherbedarf auf Festplatte _____ MB

5. Betriebssystem _____

6. Sonstige Soundkarte ❑

Modem ❑

_____ ❑

_____ ❑

1.3 Installation

1. Installationsprogramm vorhanden ja ❑

nein ❑

2. Installation anpassbar ja ❑

nein ❑

3. Möglichkeit zur Deinstallation ja ❑

nein ❑

1.4 Anwendungsfreundlichkeit

1. Übersichtlichkeit der Oberfläche übersichtlich ❑

unübersichtlich ❑

2. Multiple Document Interface ja ❑

nein ❑

3. Verständlichkeit von Dialogen / Menüs verständlich ❑

erklärungsbedürftig ❑

4. Buttons (Schaltflächen) vorhanden ❑

nicht vorhanden ❑

5. Tastenkombinationen (Shortcuts) vorhanden ❑

nicht vorhanden ❑

6. Unterstützung der rechten Maustaste — vorhanden ❑

nicht vorhanden ❑

7. Undo-Möglichkeit — einstufig ❑

mehrstufig ❑

nicht vorhanden ❑

1.5 Funktionsumfang

1. Import aus Standardformaten — möglich ❑

nicht möglich ❑

2. Export in Standardformate — möglich ❑

nicht möglich ❑

3. Unterstützung der Zwischenablage — vorhanden ❑

nicht vorhanden ❑

4. Erweiterbarkeit — möglich ❑

nicht möglich ❑

5. Verwendung in Netzwerkumgebungen — unterstützt ❑

nicht unterstützt ❑

6. Mehrbenutzerbetrieb — möglich ❑

nicht möglich ❑

7. Versionenverwaltung — vorhanden ❑

nicht vorhanden ❑

1.6 Leistung

1. Dauer des Programmstarts _____ Sekunden

2. Leistungsfähigkeit der verwendeten Algorithmen

Wie steigt die Ausführungsdauer einer Funktion mit der Dateigröße? — Linear ❑

Logarithmisch ❑

Polynomiell ❑

Exponentiell ❑

3. Anzahl der Abstürze _____

1.7 Hilfeunterstützung

1. Online-Hilfe — ja ❑

Folgende Kriterien beziehen sich auf die Online-Hilfe. — nein ❑

2. Kontextsensitive Hilfe	ja ❑
	nein ❑
3. Index oder Suchfunktion	ja ❑
	nein ❑
4. Sprache der Hilfetexte	Deutsch ❑
	Englisch ❑
	Sonstige ❑
5. Verständlichkeit der Hilfetexte	verständlich ❑
	unverständlich ❑
6. Beispiele in Online-Hilfe	ja ❑
	nein ❑
7. Dokumentation	ja ❑
Folgenden Kriterien beziehen sich auf die Dokumentation.	nein ❑
8. Sprache der Dokumentation	Deutsch ❑
	Englisch ❑
	Sonstige ❑

9. Inhaltsverzeichnis ja ❑

nein ❑

10. Index ja ❑

nein ❑

11. Verständlichkeit der Dokumentation verständlich ❑

unverständlich ❑

12. Übersichtlichkeit der Dokumentation übersichtlich ❑

unübersichtlich ❑

13. Seitenzahl _____ Seiten

14. Abbildungen in mehr als 10% aller Seiten? ja ❑

nein ❑

15. Beispiele in Dokumentation ja ❑

nein ❑

16. Support-Telefon ja ❑

nein ❑

17. Internet/CompuServe/... ja ❑

nein ❑

2. Anwendungsspezifischer Teil

2.1 Prozeßmodellierung

1. Unterstützung bei der Aufnahme von Prozessen	ja ❑
	nein ❑
2. Vorlagenkatalog	ja ❑
	nein ❑
3. Freie Gestaltung der Prozeßobjekte	ja ❑
	nein ❑
4. Anordnung der Prozeßobjekte	beliebig ❑
	festgelegt ❑
5. Raster	ja ❑
	nein ❑
6. Hilfslinien	ja ❑
	nein ❑
7. Gruppierung von Prozeßobjekten	ja ❑

	nein ❑
8. Automatisches Ausrichten der Objekte	ja ❑
	nein ❑
9. Hintergrund (Vorlage)	ja ❑
	nein ❑
10. Größe der Arbeitsfläche	unbegrenzt bis A0 ❑
	limitiert ❑
11. Hierarchisches Prozeßdesign	ja ❑
	nein ❑
12. Mögliche Anzahl von Prozeßobjekten	unbegrenzt ❑
	begrenzt ❑
13. Darstellungsform	2D ❑
	3D ❑

2.2 Prozeßsimulation

1. Prozeßprimitiva	Aktivitäten/Tätigkeiten ❑
	Pfade ❑

	Einsatzmittel/Ressourcen	❑
2. Zeitmodell	Tagesablauf simulierbar	❑
	nicht simulierbar	❑
3. Unterschiedliche Objektarten	möglich	❑
	unmöglich	❑
4. Möglichkeiten zur Generierung von Objekten im Startelement	Feste Anzahl pro Zeiteinheit	❑
	Statistische Funktionen	❑
	Sonstige	❑
5. Generierung von Objekten im Prozeß	möglich	❑
	unmöglich	❑
6. Modellierung von Personal	möglich	❑
	unmöglich	❑
7. Arbeitszeiten / Kalender	ja	❑
	nein	❑
8. Möglichkeiten zur Pfadwahl	Wahrscheinlichkeiten	❑
	Prioritäten	❑
	Länge der Warteschlange	❑

	Objektkennzeichnung ❑
	_____ ❑
9. Objektkennzeichnung	möglich ❑
	unmöglich ❑
10. Prozeßkostenrechnung	ja ❑
	nein ❑
11. Datenbank	ja ❑
	nein ❑

2.3 Prozeßanalyse

1. Zeitabhängige Analyse	dynamisch ❑
	statisch ❑
2. Auswertungen über einen längeren Zeitraum	ja ❑
	nein ❑
3. Analyse von Objekten	Wartezeiten ❑
	Durchlaufzeiten ❑
	_____ ❑

_____ ❑

4. Analyse von Einsatzmitteln — Auslastung ❑

Produktive Stunden ❑

Unproduktive Stunden ❑

Aufwand pro Aktivität ❑

5. Deltaermittlung — ja ❑

nein ❑

6. Graphische Darstellung von Analysen — ja ❑

nein ❑

7. Export in Standardformate — ja ❑

nein ❑

8. Definition von Auswertungen — ja ❑

nein ❑

Bemerkungen: _____

_____

Nur anhand der ausgefüllten Fragebögen ist allerdings der Vergleich zweier Systeme nicht oder nur unzulänglich möglich, da jedes Kriterium einzeln verglichen werden muß. Aus diesem Grund wurde beschlossen, die einzelnen Kriterien zu gewichten und Punkte zu vergeben. Über die Summe der Punkte sind zwei Systeme dann direkt und schnell vergleichbar.

6.3 Gewichtung der Kriterien

Die Gewichtung der Kriterien wurde durchgeführt mit dem Ziel, den Fragebogen auf eine Punktzahl zu reduzieren, um einen schnellen Vergleich zweier Systeme zu ermöglichen. Da jedoch der Wert, der auf einzelne Kriterien gelegt wird, subjektiver Natur ist, erfolgt auch die Gewichtung subjektiv. Das Festlegen der Gewichte für die einzelnen Kriterien erfolgte nach dem Schema einer Nutzwertanalyse. Mit diesem Schema läßt sich sicherstellen, daß ein Kriterium den gewünschten Effekt auf das Gesamtergebnis hat. Die Aufteilung der Gewichte erfolgt bei der Nutzwertanalyse anhand eines Netzes oder eines Baumes, d.h. alle Kriterien werden anhand der Gliederung in einer Baumstruktur angeordnet.

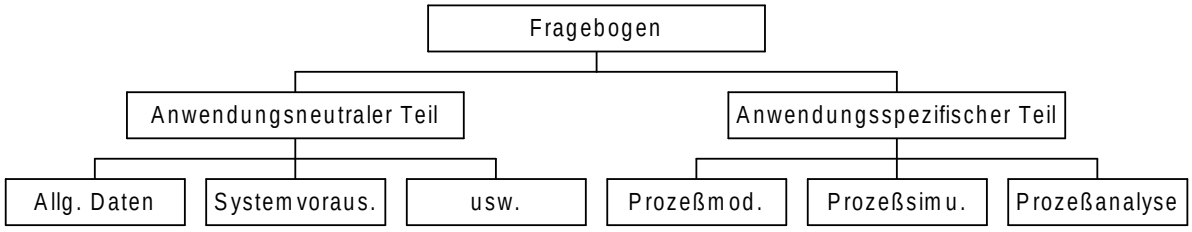


Abbildung 28: Oberbegriffe der Kriterien in Baumstruktur

Abbildung 28 stellt diese Baumstruktur am Beispiel der Gliederungspunkte dar. Die Vorgehensweise zur Gewichtung ist nun folgende: Der oberste Knoten „Fragebogen“ erhält das Gewicht 1. Dieses Gewicht wird nun unter seinen Ästen aufgeteilt und zwar so, daß die Summe der Gewichte der Äste wieder 1 ergibt. In diesem Beispiel erhält der Ast „Anwendungsneutraler Teil“ das Gewicht 0,5 und der Ast „Anwendungsspezifischer Teil“ ebenfalls das Gewicht 0,5. Die einzelnen Äste werden nun nach demselben Schema gewichtet. Die Äste des Knotens „Anwendungsspezifischer Teil“ werden nun wiederum so gewichtet, daß die Summe der Gewichte 1 ergibt. Die einzelnen Gewichte sind hier 0,3 für „Prozeßmodellierung“, 0,4 für „Prozeßsimulation“ und 0,3 für „Prozeßanalyse“. Die Vergabe der Gewichte erfolgt allerdings subjektiv und gibt die Meinung des Autors wieder. Dieses Schema wird für jeden Zweig durchgeführt bis alle Knoten bis zum letzten Blatt gewichtet worden sind. Die Punktzahl, die für ein Kriterium vergeben wird, ermittelt sich nun aus der Multiplikation aller Gewichte von der Wurzel bis zum jeweiligen Blatt. Im Beispiel wäre die Punktzahl für „Prozeßanalyse“ 1 * 0,5 * 0,3 = 0,15. Da die entstehenden Punktzahlen sehr klein werden, wird die kleinste Zahl auf 1 normiert. Der komplette Baum ist so umfangreich, daß auf eine Abbildung hier verzichtet wird. Die Punktzahlen für die einzelnen Kriterien werden aber im folgenden dargestellt. Eine Angabe der Punktzahl im Fragebogen wird als nicht sinnvoll erachtet, da sonst eine objektive Beantwortung der Fragen eventuell beeinträchtigt wird. In der folgenden Auflistung ist das Kriterium nicht mehr vollständig angegeben, sondern nur die Nummer des Kriteriums und eventuell eine Bedingung, wann die Punktzahl vergeben wird. Nicht alle Kriterien gehen in die Bewertung mit ein, manche dienen nur zur Information. Eine Zuordnung zwischen Gewichtungstabelle und Fragebogen ist über die Numerierung der Oberbegriffe und der Numerierung der Kriterien möglich. (1.1.4 ist das Kriterium Nr. 4 des Oberbegriffs 1.1 (Allgemeine Daten).

Kriterium	Bedingung	Punktzahl

1.1.4	Preis < DM 3000,-	5
1.1.5	Anzahl Disketten <5 oder CD-ROM	2,5
1.1.6	Sprache = Deutsch	5
1.2.5	Windows 3.11 oder 95 oder NT	12,5
1.3.1	ja	6,25
1.3.2	ja	2,5
1.3.3	ja	3,75
1.4.1	übersichtlich	10
1.4.2	ja	2,5
1.4.3	verständlich	10
1.4.4	vorhanden	10
1.4.5	vorhanden	2,5
1.4.6	vorhanden	5
1.4.7	einstufig	5
	mehrstufig	10
1.5.1	möglich	12,5
1.5.2	möglich	12,5
1.5.3	vorhanden	12,5
1.5.4	möglich	6,25
1.5.5	unterstützt	6,25
1.5.6	möglich	6,25
1.5.7	vorhanden	6,25
1.6.1	Dauer < 6 Sek.	15
1.6.2	Linear oder kleiner	12,5
	Logarithmisch	6,25
	Polynomiell	3,75

	Exponentiell	2,5
1.6.3	keine Abstürze	10
1.7.1	ja	10
1.7.2	ja	2,5
1.7.3	ja	1
1.7.4	Deutsch	5
1.7.5	verständlich	2,5
1.7.6	ja	1,5
1.7.7	ja	10
1.7.8	Deutsch	5
1.7.9	ja	1
1.7.10	ja	1,5
1.7.11	verständlich	2,5
1.7.12	übersichtlich	1
1.7.13	Seitenzahl >50	1
1.7.14	ja	1
1.7.15	ja	1
1.7.16	ja	2,5
1.7.17	ja	2,5
2.1.1	ja	7,5
2.1.2	ja	2,5
2.1.3	ja	3,75
2.1.4	beliebig	3,75
2.1.5	ja	3,75
2.1.6	ja	3,75
2.1.7	ja	7,5

2.1.8	ja	7,5
2.1.9	ja	7,5
2.1.10	unbegrenzt bis A0	3,75
2.1.11	ja	7,5
2.1.12	unbegrenzt	7,5
2.1.13	3D	3,75
2.2.1	Aktivitäten	3
	Pfade	3
	Einsatzmittel	3
2.2.2	simulierbar	10
2.2.3	möglich	10
2.2.4	Feste Anzahl	5
	Statistische Funktionen	5
2.2.5	möglich	10
2.2.6	möglich	10
2.2.7	ja	10
2.2.8	Wahrscheinlichkeiten	2
	Prioritäten	2
	Warteschlange	2
	Objektkennzeichnung	2
	_____	2
2.2.9	möglich	10
2.2.10	ja	10
2.2.11	ja	10
2.3.1	dynamisch	11,25
2.3.2	ja	3,75

2.3.3	Wartezeiten	3,75
	Durchlaufzeiten	3,75
	_____	3,75
	_____	3,75
2.3.4	Auslastung	3,75
	Produktive Stunden	3,75
	Unproduktive Stunden	3,75
	Aufwand pro Aktivität	3,75
2.3.5	ja	3,75
2.3.6	ja	7,5
2.3.7	ja	15
2.3.8	ja	3,75

Erfüllt die Antwort die Bedingung des jeweiligen Kriteriums, d.h. zum Beispiel bei 2.3.8 ist ja angekreuzt, so wird die entsprechende Punktzahl zur schon vorhandenen Summe addiert. Die maximal mögliche Punktzahl beträgt 510,5 Punkte.

Process Charter hat in der Bewertung 369 Punkte erreicht. Im allgemeinen Teil traten keine gravierenden Mängel zu Tage, so fehlen Process Charter hier nur wenig Punkte. Im Simulationsteil hat Process Charter fast die volle Punktzahl erreicht, wogegen Process Charter vor allem im Teil Prozeßanalyse Punkte verloren hat, da das System nur wenig Unterstützung bei der Analyse einer Simulation bietet. Am schwersten wiegt hier, daß keine dynamischen Auswertungen, auch nicht selbst definiert, möglich sind. Obwohl der Simulationsteil die nötigen Grundbestandteile und -funktionen bietet, können diese durch die mangelnden Möglichkeiten zur Auswertung nicht ausgeschöpft werden. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Ausrichtung von Process Charter klar auf der visuellen Darstellung von Prozessen, also der Modellierung, liegt.

7 Fazit

Da die prozeßorientierte Betrachtungsweise eines Unternehmens immer mehr an Bedeutung gewinnt, wird in zunehmendem Maße DV-Unterstützung für die Prozeßmodellierung und -analyse verlangt. Es wurde gezeigt, daß mit den THORNs die Grundlagen aus Informatiksicht für ein Prozeßmodellierungs- und -simulationssystem vorhanden sind. Alle Möglichkeiten, die dieses Konzept bietet, werden momentan von keinem System ausgeschöpft, es besteht also noch ein enormes Weiterentwicklungspotential. Process Charter wurde im Rahmen eines Beratungsprojektes der SUB GmbH auf seine Eignung zur Prozeßmodellierung und -simulation hin überprüft. Da Process Charter keinerlei Unterstützung bei der Erfassung eines Prozesses bietet, wurde in der Studienarbeit eine Vorgehensweise zur Prozeßaufnahme entwickelt. Der Prozeß wurde dann in Process Charter modelliert und simuliert. Dabei wurde festgestellt, daß die Analysemöglichkeiten auf einige Standardauswertungen beschränkt sind und auch nicht erweitert werden können.

Da Process Charter nicht das einzige auf dem Markt vorhandene Prozeßmodellierungs- und - simulationssystem ist, wurde ein Fragebogen entwickelt, mit dessen Hilfe Systeme verglichen werden können und eine eventuelle Kaufentscheidung im Vorfeld unterstützt werden kann.

Betrachtet man die entwickelte Vorgehensweise zur Prozeßaufnahme losgelöst von einem speziellen Simulationssystem, so stellt sie ein Instrument dar, mit dem sehr viele Schwachstellen und Probleme in den Prozessen eines Unternehmens aufgedeckt werden können. Die Erfahrung im Projekt hat gezeigt, daß auf diese Weise große Optimierungspotentiale generiert werden können. Diese Potentiale beziehen sich hauptsächlich auf Kosteneinsparungen und Verkürzungen von Durchlauf- und Wartezeiten, indem unnötige Schleifen und Doppelarbeit vermieden werden. Die Systematik der Prozeßmodellierung und -simulation stellt für eine Unternehmensberatung wie die SUB GmbH ein geeignetes Mittel zur Identifikation von Schwachstellen und zur Überprüfung der daraus generierten Maßnahmen dar. Allerdings ist die Unterstützung von Process Charter in der Prozeßanalyse für diesen Zweck nicht umfangreich genug.

An dieser Stelle möchte ich mich für das entgegengebrachte Vertrauen und für die Unterstützung seitens der SUB GmbH bei allen Mitarbeitern und vor allem bei Herrn Salaw recht herzlich bedanken. Desweiteren möchte ich mich bei Herrn Prof. Roller bedanken, der diese Arbeit erst möglich gemacht hat. Frau Bihler möchte ich für die vielen Anregungen und die für die Unterstützung während der Ausarbeitung danken. Nicht zuletzt gilt mein Dank auch den Mitarbeitern und der Geschäftsleitung des betrachteten Autohauses, die mich während meiner zweiwöchigen Anwesenheit in jeglicher Hinsicht unterstützt haben.

Aufgabenstellung:

Die Modellierung und Simulation von betriebswirtschaftlichen Geschäftsprozessen mittels eines computergestützten Werkzeugs soll in dieser Studienarbeit untersucht werden. Im Rahmen eines größeren Consultingprojekts der SUB GmbH sollen Ist-Prozesse in der Vertriebsorganisation eines großen Automobilherstellers erfaßt, modelliert und optimiert werden. Dazu soll zunächst eine theoretische Vorgehensweise zur Prozeßaufnahme entwickelt werden. Die entwickelte Vorgehensweise soll dann am Beispiel eines Autohauses exemplarisch durchlaufen werden. Die Einsatzmöglichkeiten von „Process Charter“ zur anschließenden Modellierung und Simulation des aufgenommenen Prozesses sollen in dieser Studienarbeit in Zusammenarbeit mit der Abteilung Grundlagen der Informatik des Instituts für Informatik der Universität Stuttgart beurteilt werden. Um die Praxistauglichkeit von „Process Charter“ überprüfen zu können, soll obiger Prozeß mit Aktivitäten, Kausalitäten, Ressourcen, Kosten und Kalendern mit Hilfe des Systems modelliert, simuliert und optimiert werden. Dies umfaßt die Analyse des Prozesses, d.h. die Identifikation von Schwachstellen, die Generierung von Maßnahmen zur Beseitigung dieser Schwachstellen und die virtuelle Umsetzung dieser Maßnahmen.

Außerdem soll im Rahmen dieser Studienarbeit ein Kriterienkatalog erarbeitet werden, mit dessen Hilfe eine vergleichende Bewertung von Prozeßmodellierungs- und -simulationssystemen möglich ist. „Process Charter“ soll anhand des Katalogs beispielhaft bewertet werden.

Inhaltsverzeichnis

1 EINFÜHRUNG 1

2 PROZEßMODELLIERUNG UND -SIMULATION 3

2.1 THEORIE UND DEFINITIONEN 3
2.1.1 Der betriebswirtschaftliche Prozeßbegriff 3
2.1.2 Der Prozeßbegriff in der Informatik 6
2.1.2.1 Petrinetze 7
2.1.2.2 Zeitbehaftete Petrinetze 9
2.1.2.3 Objektnetze 9
2.1.2.4 THORNs 10
2.2 ZUSAMMENFASSUNG 11

3 VORSTELLUNG VON PROCESS CHARTER 12

3.1 EINFÜHRUNG 12
3.2 DAS PROZEßMODELL VON PROCESS CHARTER 13
3.2.1 Die Aktivität 14
3.2.2 Der Pfad 18
3.2.3 Das Einsatzmittel 20
3.2.4 Simulation und Analyse 22
3.3 ZUSAMMENFASSUNG 23

4 DIE VORGEHENSWEISE ZUR PROZEßMODELLIERUNG 24

5 MODELLIERUNG DES SERVICEPROZESSES IN EINEM AUTOHAUS 28

5.1 BETRACHTUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHS 28
5.2 ABFRAGEN DER BASISDATEN VON DER GESCHÄFTSLEITUNG 28
5.3 ZERLEGUNG IN TEILBEREICHE 28
5.4 AUFNAHME DER PROZESSE 30
5.5 ERMITTLUNG VON FEHLENDEN DATEN 30
5.6 BETRACHTUNG DER SCHNITTSTELLEN 31
5.7 ABBILDEN IN PROCESS CHARTER 32
5.8 AUSWERTUNG DES PROZESSES 35
5.9 MAßNAHMENKATALOG ZUR BESEITIGUNG DER SCHWACHSTELLEN 36
5.10 ÜBERPRÜFUNG DER MAßNAHMEN 37
5.11 DETAILLIERUNG DES PROZESSES 38
5.12 ZUSAMMENFASSUNG 39

6 VERGLEICHENDE BEWERTUNG VON SOFTWARESYSTEMEN 41

6.1 KRITERIENKATALOG ZUR BEWERTUNG VON SOFTWARE 41
6.1.1 Anwendungsneutraler Teil 41
6.1.1.1 Allgemeine Daten 41
6.1.1.2 Systemvoraussetzungen 42
6.1.1.3 Installation 43
6.1.1.4 Anwendungsfreundlichkeit 43
6.1.1.5 Funktionsumfang 44
6.1.1.6 Leistung 45
6.1.1.7 Hilfeunterstützung 46
6.1.2 Anwendungsspezifischer Teil 47
6.1.2.1 Prozeßmodellierung 48
6.1.2.2 Prozeßsimulation 49
6.1.2.3 Prozeßanalyse 50

6.2 BEWERTUNGSFRAGEBOGEN UND BEWERTUNG VON PROCESS CHARTER 51
6.3 GEWICHTUNG DER KRITERIEN 63

7 FAZIT 68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Prozesses 3

Abbildung 2: Zerlegung einer Tätigkeit in Partialtätigkeiten 4
Abbildung 3: Verkettung von Prozessen 5
Abbildung 4: Definition eines S/T-Netzes (Petri-Netz) 7
Abbildung 5: Erzeuger-Verbraucher-Problem als S/T-Netz 8
Abbildung 6: S/T-Netz nach Schalten der Transition „Erzeuge“....8
Abbildung 7: S/T-Netz nach Schalten der Transition „Einlagern“....8
Abbildung 8: Das Process Charter-Fenster....13
Abbildung 9: Ein einfacher Prozeß in Process Charter 14
Abbildung 10: Eingabe der Aktivitätenspezifikation....18
Abbildung 11: Eingabe der Pfaddefinition 20
Abbildung 12: Die Einsatzmitteltabelle 21
Abbildung 13: Ein Prozeß als Petrinetz 22
Abbildung 14: Formular zur Aufnahme eines Einsatzmittels....25
Abbildung 15: Die Vorgehensweise zur Prozeßaufnahme....26
Abbildung 16: Die Vorgehensweise nach der Prozeßaufnahme....27
Abbildung 17: Zerlegung des Servicebereichs....28
Abbildung 18: Zerlegung der Kundendienstannahme....29
Abbildung 19: Zerlegung des Werkstattbereichs....29
Abbildung 20: Zerlegung des Bereichs Auftragsabschlußarbeiten 29
Abbildung 21: Zeitliche Verteilung der Fahrzeugeingänge....30
Abbildung 22: Der Serviceprozeß in der ersten Detaillierungsstufe....32
Abbildung 23: Aktivitätenliste des Prozesses....34
Abbildung 24: Die vom Prozeß verwendeten Einsatzmittel....34
Abbildung 25: Der „optimierte“ Prozeß....37
Abbildung 26: Der Serviceprozeß in der zweiten Detaillierungsstufe 39
Abbildung 27: Ausführungsdauer einer Funktion 45
Abbildung 28: Oberbegriffe der Kriterien in Baumstruktur....63

Literaturverzeichnis

[Bau90] Baumgarten, B.
Petri-Netze: Grundlagen und Anwendungen
BI-Wissenschaftsverlag
Mannheim, Wien, Zürich, 1990

[Fle93] Fleischhack, Hans; Lichtblau, Ulrike; Sonnenschein, Michael; Wieting, Ralf
Generische Definition {hierarchischer} {zeitbeschrifteter} {höherer} Petrinetze
Berichte der Arbeitsgruppe Informatik-Systeme, Nr. AIS-13
Universität Oldenburg, Fachbereich Informatik, 1993

[Gai83] Gaitanides, Michael
Prozeßorganisation: Entwicklung, Ansätze und Programme prozeßorientierter Organisationsgestaltung
Vahlen
München, 1983

[Gai94] Gaitanides, Michael
Prozeßmanagement: Konzepte, Umsetzungen und Erfahrungen des Reengineering
Hanser
München, 1994

[Küp95] Küpper, Hans-Ulrich; Helber, Stefan
Ablauforganisation in Produktion und Logistik
Schäffer-Poeschel
Stuttgart, 1995

[Nip96] Nippa, Michael
Prozeßmanagement und Reengineering: Die Praxis im deutschsprachigen Raum
Campus-Verlag
Frankfurt/Main, 1996

[Pop91] Popova-Zeugmann, L.
Zeit-Petri-Netze
Dissertation A
Humboldt-Universität, Berlin, 1991

[Ram74] Ramchandani, C.
Analysis of Asynchronous Concurrent Systems by Petri Nets
MAC-TR-120, MIT
Cambridge, Massachusetts, 1974

[Sch64] Schweitzer, Marcell
Probleme der Ablauforganisation in Unternehmen
Duncker Humblot
Berlin, 1964

[Sci95] Scitor Corporation
Process Charter Benutzerhandbuch
1995

[Star90] Starke, P.H.
Analyse von Petri-Netz-Modellen
Teubner Verlag
Stuttgart, 1990

[Str88] Striening, Hans-Dieter
Prozeß-Management: Versuch eines integrierten Konzeptes situationsadäquater Gestaltung von Verwaltungsprozessen - dargestellt am Beispiel in einem multinationalen Unternehmen - IBM Deutschland GmbH
Dissertation
Universität Kaiserslautern
Kaiserslautern, 1988

[Tan94] Tanenbaum, Andrew S.
Moderne Betriebssysteme
Hanser
München, Wien, 1994

Anhang

1. Formular zur Aufnahme von Aktivitäten
2. Formular zur Aufnahme von Einsatzmitteln
3. Der Serviceprozeß in einem Autohaus
4. Der Serviceprozeß in einem Autohaus (optimiert)
5. Der Serviceprozeß in einem Autohaus (detailliert)

Ich versichere hiermit, daß ich diese Arbeit selbständig verfaßt und nur die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

_____